



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

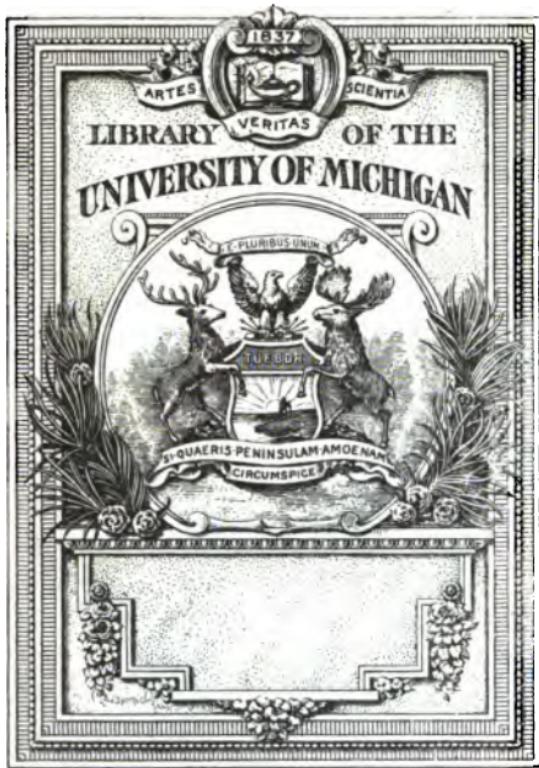
Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



QC

|

A61

ANNALEN
DER
PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN
VON
LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATUREL. FREUNDE IN BERLIN,
DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN SOCIETÄTEN ZU HALLE, GÖTTIN-
GEN, JENA, MAINZ U. POTSDAM, U. DER BATAV. GESELLSCHAFT
DER WISSENSCHAFTEN ZU HAARLEM.

SIEBZEHNTER BÄND.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEM BUCHHANDLUNG.
1804.

INHALT.

Jahrgang 1804, Band 2,

oder

Siebzehnter Band. — Erstes Stück.

- | | |
|---|---------|
| I. Nichtigkeit der Versuche von Tourdes und Cireaud über die Reizbarkeit des Faser-Röss durch Galvani'sche Electricität; und merkwürdige Versuche über die Veränderungen, welche das Blut durch Einwirkung des Sonnenlichts, der verstärkten Galvani'schen Electricität und verschiedener Reagenzien erleidet; von Joh. Ant. Heidmann, Med. Doct. in Wien | Seite 1 |
| II. Fortgesetzte electrische Versuche; und Bemerkungen über die leuchtende Erscheinung bei den Windbüchsen, vom Prof. Remer in Helmstädt | 15 |
| III. Nachricht von den neuesten Versuchen des Grafen Rumford über die strahlende Wärme mitgetheilt vom Dr. Friedländer in Paris | 33 |
| IV. Ueber das allgemeine Gesetz für die Expansivkraft des Wasser dampfs durch Wärme, nach Dalton's Versuchen; nebst einer Anwendung dieses Gesetzes auf das Verdunsten der Flüssigkeiten; von Soldner in Berlin | 44 |

V. (Auf der Reise.) Bemerkungen über Dalton's Versuche über die Expansivkräfte luft- und dampfförmiger Flüssigkeiten, und über die für die Hygrometrie und Eudiometrie daraus gezogenen Folgerungen, vom Hofrath Parrot, Prof. der Physik auf der Universität zu Dorpat	Seite 82
VI. Lalande's neue Thermometerscale	102
VII. Versuche und Berechnungen über die Temperatur, bei welcher Wasser die grösste Dichtigkeit hat, und über die Ausdehnung des Quecksilbers durch Wärme, von G. G. Hällström, Prof. der Phys. zu Åbo	107
VIII. Eine Bemerkung über den Schwefel-Kohlenstoff, vom Herausgeber	111
IX. Auszug aus einem Briefe von Herrn Richard Chenevix, Esq., Mitgl. der Londn. Societät, an den Herausgeber.	
(Von seinen chemischen Untersuchungen über die Verwandtschaft der Metalle; über Ritter's Abhandlung, vom Galvanismus der Metallgemische; Erklärung, die Zweifel betreffend, die man gegen seine Versuche mit dem Palladium erhoben hat; Prüfung der Winterl'schen Materialien zu einer neuen Chemie)	115
X. Eine kleine akustische Entdeckung, von Vieth, Director und Professor der Mathematik zu Dessau	117
XI. Physikalische Preisfrage der zweiten Teyler-schen Gesellschaft zu Haarlem auf den 1sten April 1805.	121
XII. Preisvertheilung und Preisfragen der Göttinger Societät der Wissenschaften	122
XIII. Preisvertheilung der Koppenhagener Land-haushaltungs-Gesellschaft	128

Zweites Stück.

I. Beobachtung über die Strahlenbrechung, ange stellt zu Eckwarden an der Jahde, vom Dr.

H. W. Brandes

Seite 129

Zweck der Beobachtungen	131
Methode	133
Grösse der Beobachtungsfehler	134
Lage der Standpunkte und Signalpfähle	136
Lage und Entfernung der beobachteten Gegenstände	139
Bestimmung des Nullpunkts	142
Scheinbare Höhe der beobachteten Gegenstände	145
Wahrer Nullpunkt	147
Journal der Beobachtungen in Tabellenform	150
Ob der Lichtstrahl immer so gebrochen wird, dass er nach der Erde zu concav ist	155
Vergleichungen der Beobachtungen von verschiedenen Höhen aus	158
auf gleich entfernte ungleich hohe Gegenstände	161
auf ungleich entfernte Gegenstände	166
Schnelle Aenderungen der Refraction	175
Einige Beobachtungen über die Spiegelungen	178
II. Ueber die Fata Morgana und ähnliche Phänomene, vom Dr. Caßberg in Kopenhagen	183
III. Eine neue merkwürdige Beobachtung über die verschiedenen Arten der Electricität, welche fein gepulverte färbende Substanzen durchs Durchpudern für sich, und mit einander gemengt annehmen, von Ad. Traug. von Gersdorf auf Meffersdorf	200
IV. Versuche über die Electricität des Holzes beim Schaben oder Schneiden, von W. Wilson in London	205
V. Schmelzpunkt des Bleies und Siedepunkt des Quecksilbers, von M. J. Chrichton	211
VI. Fortgesetzte Nachricht von den neuesten Versuchen des Grafen von Rumford über die strahlende Wärme, welche er dem franz,	

Nat.-Inst. mitgetheilt hat, vom Dr. Fried-
länder in Paris Seite 213

VII. Zusatz zu den vorigen Versuchen, das Ge-
setz betreffend, wornach die Wärme sich
durch feste Körper verbreites, von Biot,
Mitglied des Nat. Inst., mitgetheilt vom Dr.
Friedländer 231

VIII. Versuche über das Absorptionsvermögen
der Kohle, vom Grafen Carl Ludw. von
Morozzo 239

IX. Nachricht von den künstlichen Gesundwas-
sern, welche im Grossen verfertigt Friedr.
Wilh. Fries, der kurpfalzbaier. und kur-
erzkanzl. künstl. Gesundbrunnen Director zu
Prüfening bei Regensburg 248

X. Preisaufgaben von der königl. böhmischen Ge-
sellschaft der Wissenschaften 255

Drittes Stück.

I. Prüfung der Hypothese des Grafen von Rum-
ford über die Fortpflanzung der Wärme in
den Flüssigkeiten, vom Hofrath Parrot,
Professor der Physik auf der Universität zu
Dorpat 257

II. Ein kleinen Stand aufzeichnendes Thermome-
ter, von M. J. Chrichton 317

III. Ein anderes kleinen Gang aufzeichnendes Ther-
mometer, von Alex. Keith, Esq., F. R. S.
und F. E. S. 319

IV. Beschreibung einer neuen Methode, Stahl-
stangen durch den Kreisstrich zu magnetisi-
ren, von C. G. Sjösteen 325

V. Ueber einige prismatische Farbenerscheinun-
gen ohne Prisma, und über die Farbenzer-
streitung im menschlichen Auge, vom Dr.

Mollweide, Lehrer an dem Pädagogio zu Halle	Seite 328
VI. Einiges über die Luftfahrt des Grafen Zambeccari in Bologna, nach Augenzeugen	338
VII. Ueber die Zauberringe oder Hexenzirkel	351
VIII. Programm der batavischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem für das Jahr 1804	357
IX. Physikalische Preisfragen der Utrechter Gesellschaft der Künste und Wissenschaften auf den 1sten Oct. 1804 und 1805	367

Viertes Stück.

I. Prüfung der Hypothese des Grafen von Rumford über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüssigkeiten, vom Hofrath Parrot, Prof. der Phyl. zu Dorpat.	
Zweiter Abschnitt. Widerlegung des Satzes der absoluten Nichtleitung durch directe Versuche, und Aufstellung eines neuen wichtigen Satzes in der Lehre der Wärmeleitung	369
II. Von dem Electricitätsverdoppler von Desormes und Hatchette, dem Nat.-Inst. vorgel. am 31sten Oct. 1803; mit Bemerkungen des Herausgebers	414
III. Skizze der von Bennet vor 1789 und von Cavallo vor 1795 angestellten Versuche über die Electricitätserregung durch gegenseitige Berührung von Metallen, von Will. Nicholson	428
IV. Beobachtungen über die Electricität der metallischen Substanzen, von Häuy, Prof. der Mineral. am naturh. Mus. in Paris	441
V. Bemerkungen über die Funken, welche entstehen, wenn Stahl gegen harte Körper ge-	

schlagen wird, von Davy; Professor der
Chemie an der Royal Inst.

Seite 446

VI. Ueber die Verfertigung der feinen Schneidewaaren aus Stahl, von Will. Nicholson in London

453

Anhang. Vortheile beim Schleifen schneidendcr Instrumente

471

VII. Auszüge aus Briefen an den Herausgeber.

1. Von Herrn Dr. Benzenberg aus Schöller bei Elberfeld und aus Paris (Fortsetzung seiner Fallversuche in einem Steinkohlenfchachte; und ob sich die pariser Sternwarte zu solchen Versuchen eignet)

476

2. Von Herrn Dr. Castberg aus Wien. (Eine glühende Harmonica; Bestätigung von Erman's electrometrischen Versuchen, welche eine durch den Erdboden bewirkte electrische Vertheilung beweisen; neue Gefundquelle bei Ofen; etc.)

482

3. Von Herrn Bergasseffor Dr. Richter in Berlin, (sein Aräometer; vollkommen reiner Nickel; u. s. f.)

485

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1804, FÜNTES STÜCK.

I.

*Nichtigkeit der Versuche
von TOURDES und CIRCAUD, über die
Reizbarkeit des Faserstoffs durch
galvanische Electricität;*

und

merkwürdige Versuche über die Veränderungen, welche das Blut durch Einwirkung des Sonnenlichts, der verstärkten Galvanischen Electricität und verschiedner Reagentien erleidet;

von

Joh. Ant. Heidmann,
Medicinae Doctor in Wien.

1.

Sehr überraschend musste für mich die Nachricht seyn, daß J. Tourdes *) und bald darauf auch

*) Siehe Gilbert's Ann. der Physik, B. 10, S. 499.
Heidm.

Circaud, *) beide durch directe Versuche, die Contractilität des Faserstoffs des Blutes durch Einwirkung der Galvanischen Electricität beobachtet haben wollten, — da Herr Prof. Prochaska und ich schon lange zuvor uns vorgenommen hatten, ähnliche Untersuchungen anzustellen, und die Wirkung der verstärkten Galvanischen Electricität auf den Faserstoff mit der auf die Muskelfasern zu vergleichen. Wir waren auf dieses Vorhaben gekommen, weil der Faserstoff das meiste zur Bildung der Muskelfasern beiträgt, und auch in seinem chemischen Verhalten mit ihnen die größte Uebereinstimmung zeigt. Die Ausführung dieser Untersuchung verzögerte sich indess, so dass uns die Erfahrungen von Tourdes und Circaud früher überraschten. — Wir änderten nun unsern Entschluss dahin ab, uns durch eigne Versuche von der Richtigkeit ihrer Beobachtungen zu überzeugen; und zu dem Ende stellte ich gegen Ende Maien, in Gesellschaft der Herren Professoren Prochaska und Pessina, und der Herren Doctoren Schreiber und Wagner folgende Versuche an.

Versuch 1. Einem Pferde, das an verdächtigen Drüsen litt, wurde die *Vena iugularis* geöffnet, und das heraus fliessende Blut in ein Gefäß mit

*) *Journ. de Physique par Delaméthérie*, T. 55, p. 402 und 468, 4., und *Gilbert's Annalen der Physik*, B. 13, S. 236. — *Heidm.*

warmen Wasser gelassen, dessen Temperatur die des Blutes wenig überstieg. Dies geschah in der Absicht, um den Faserstoff baldmöglichst, und von allen übrigen Bestandtheilen des Blutes abgesondert zu erhalten. Der schon in einer Minute nach Eröffnung der Ader sich erzeugende Faserstoff wurde vermittelst eines Haarsiebes aufgefangen, auf eine Glastafel gelegt, und mit den beiden Enden einer aus 3zölligen Scheiben errichteten Voltaischen Säule von 30 Lagen, durch filberne Spiralketten in Verbindung gebracht. Allein bei hellem Sonnenscheine und unter freiem Himmel konnten wir weder mit bloßen Augen noch mit einer Lupe die geringste Bewegung wahrnehmen, die uns auf einige Contractilität des Faserstoffes durch das Galvanische Agens hätte schließen lassen.

Dass die Voltaische Säule hinlänglich wirkte, konnten wir daraus abnehmen, weil bei jeder hergestellten Verbindung des Faserstoffs mit der Säule, eine Menge Luftbläschen, nach Art des Schaumes, das mit der Kupferseite in Verbindung gestandene Drahtende umgeben hatten.

Verſuch 2. Ich wiederholte diesen Versuch mit der Abänderung, dass einem ganz gesunden lebhaften Pferde die Ader geöffnet wurde; weil sich nach unserer Meinung der Faserstoff aus dem Blute des ersten Pferdes nur sehr langsam gebildet hatte. Allein auch hier konnten wir bei der größten Aufmerksamkeit auf die Wirkung der Galvanischen Ele-

um 11 Uhr, an einem sehr heitern Tage und unter freiem Himmel.

Versuch 5. Temperatur der atmosphärischen Luft 20° R., Barometerstand 28 Zoll 3 Linien. Einem sehr lebhaften Ochsen wurde, nachdem er geschlagen war, die *Arteria* und *Vena jugularis* zu gleicher Zeit geöffnet. Das im starken Strome herausfließende Blut wurde in einem hölzernen Gefäße aufgefangen, und mit einem hölzernen Stabe bewegt und geschlagen, bis sich der Faserstoff, beiläufig in einer Minute, gebildet hatte. Ein großer Klumpen dieses Faserstoffs wurde auf einer Glastafel der Einwirkung der Voltaischen Säule von 82 Lagen unterworfen. Aber auch in diesem Versuche konnte ich an dem noch ganz warmen Faserstoffe nicht das geringste Oscilliren, welches mit der Contractilität der Muskelfasern nur einiger Maßen hätte verglichen werden können, weder mit bloßen noch mit bewaffneten Augen wahrnehmen.

Versuch 6. Eine halbe Stunde darauf wurde ein zweiter Ochse geschlachtet, das Blut in einem hölzernen Gefäße aufgefangen, und der Faserstoff durch bloßes Schlagen und Bewegen mit der Hand erhalten. Schon innerhalb einer Minute nach Eröffnung der Adern befand sich ein großer Klumpen Faserstoff unter der Einwirkung der nämlichen Säule; allein auch hier nahm ich keine andern Veränderungen wahr, als die ich schon oben an dem Blute der Pferde und des Schafes beobachtet und angemerkt habe; nämlich ein Rötherwerden der mit

den Verbindungsdrähten berührten Stellen des Blutkuchens, die Entstehung häufiger Luftblaschen, und ein schnelleres Festwerden des Faserstoffes gegen den, der bloß der Einwirkung der atmosphärischen Luft ausgesetzt blieb.

Noch habe ich an diesem schönen und heißen Sommertage die Beobachtung gemacht, daß sich aus dem Blute, dem Sonnenlichte ausgesetzt, viel früher der Faserstoff, als aus dem erzeugte, welches ich absichtlich im Schatten stehen ließ.

Diese Versuche schienen, nach meiner Meinung, hinzureichen, um die Richtigkeit der von den Herren Tourdes und Circaud angegebenen und bekannt gemachten Erfahrungen sehr zweifelhaft zu machen, da überdies aus den Versuchen über die Reizbarkeit der Muskelfasern bekannt ist, daß die Einwirkung der Nervenkraft, welche hier ganz außer Spiel gesetzt wäre, auf Hervorbringung der Muskelcontraktionen ganz unentbehrlich sey. Gesetzt indess auch, jene Erfahrungen wären richtig, so würden sie doch die von Circaud daraus gezogene Folgerung, (*Gilbert's Annalen*, B. 13, S. 239,) keineswegs rechtfertigen, daß nämlich die Muskeln nicht vermöge ihrer Nerven, sondern vermöge einer andern uns noch unbekannten Ursache contractil sind. Denn die Nerven müßten im belebten thierischen Organismus für die Muskeln auf eine ähnliche Art, wie hier das Galvanische Fluidum auf den Faserstoff, und in den gewöhnlichen Galvanischen Versuchen auf die Ner-

ven und Muskeln präparirter Thiere wirksam gedacht, und gleichsam als Leiter jener thierischen Electricität angesehen werden, welche Professor Galvani zuerst entdeckte, nachher Aldini durch abgeänderte Versuche bestätigte, und die auch ich bei meinen häufigen hierüber angestellten Untersuchungen gleich anfangs voraus gesetzt habe.

2.

Eben als ich beschäftigt war, die Resultate meiner fruchtlosen Versuche zur öffentlichen Bekanntmachung aufzuzeichnen, kam mir eine schon vor 3 Jahren gemachte Beobachtung wieder in das Gedächtniss, die mir schon damals sehr interessant zu seyn schien. Ich wollte nämlich an einem sehr heißen Sommertage die freiwilligen Veränderungen, welche das Blut in der atmosphärischen Luft erleidet, etwas genauer beobachten, und brachte zu dem Ende einen Tropfen Blut eines erst getöteten Frosches auf das Observationsglas meines zusammen gesetzten Mikroskops. Ich war nicht wenig erstaunt, eine ganze Minute lang, während das Sonnenlicht auf diesen Blutstropfen einwirkte, die lebhaftesten Bewegungen in allen Theilen des Tropfens, der aus einem schönen netzförmigen Gewebe zu bestehen schien, wahrzunehmen. — Dieses leitete mich auf die Idee, ob nicht vielleicht *das bloße Gerinnen des Blutes*, während dessen sich der Faserstoff entwickelt, mit solchen regelmäßigen Bewegungen, die den Muskelcontraktionen

gleichen, auch ohne allen Einfluss des Galvanischen Fluidums, begleitet sey, und ob nicht vielleicht die Einwirkung des Galvanismus diese Bewegungen bloß beschleunige oder sonst verändere.

Um dieses zu bestimmen, habe ich folgende Versuche mit Hülfe eines zusammen gesetzten Mikroskops bei einer 250mähligen Vergrößerung des Objektes, so wohl mit dem Sonnenlichte, als auch mit dem Lichte einer grossen Lampe ange stellt.

Verſuch 1. Ich schnitt einem Frosche den Kopf ab, und ließ unmittelbar aus dem Herzen eines Tropfen Blut auf das Observationsglas des Instruments fallen. Dieser ausgebreitete Tropfen Blut mit der angeführten Vergrößerung betrachtet, bildete auf der Stelle ein röhliches netzförmiges Gewebe von ziemlicher Regelmässigkeit, welches 10 Minuten hindurch ununterbrochene Bewegungen äusserte. Diese Bewegungen hatten die grösste Aehnlichkeit mit schwachen Contractionen und Dilatationen der Muskelfibern, und stellten dem Beobachter ein wirklich schönes Schauspiel dar. Als schon alles ruhig war, untersuchte ich mit freien Augen die Veränderungen, welche das Blut während dieser Zeit erlitten hatte; es war vollkommen zu einem kleinen Blutklumpen geronnen.

Verſuch 2. Bei der grossen Deutlichkeit dieses netzförmigen Gewebes, und der Regelmässigkeit der Bewegungen, versuchte ich, um jede Täuschung, (die unter einer so beträchtlichen Vergrößerung leicht eintreten konnte,) zu beseitigen, ei-

ige Tropfen Blut in den Focus eines Vergrößungsglases zu bringen und die Veränderungen derselben mit freien Augen oder höchstens mit einer einfachen Loupe zu beobachten. Wirklich nahm ich dabei mit bloßen Augen die nämlichen Erscheinungen wahr, nur mit dem Unterschiede, dass sie dem Auge viel früher unsichtbar wurden. Auch bemerkte ich, dass an jeder Stelle des Blutes, die der Focus einige Zeit lang traf, eine augenblickliche Gerinnung und Verbrennung des Blutes vor sich ging, der ähnlich, welche ein mit der Zinkseite der Voltaischen Säule verbundener Draht bewirkt.

Versuch 3. Ich ließ darauf aus einer absichtlich gemachten Wunde an dem Schenkel eines Frosches zwei Tropfen Blut unmittelbar auf das Beobachtungsglas des Mikroskops fallen, breitete sie etwas aus einander, und beobachtete unter der vorhin angegebenen Vergrößerung die angeführten Bewegungen, welche 5 Minuten lang dauerten. In dem Augenblicke, als diese freiwilligen Bewegungen aufhörten, unterwarf ich das schon geronnene Blut der Einwirkung einer Voltaischen Säule von 50 Lagen; und auf der Stelle erfolgten noch einige Bewegungen, die aber nicht durch das ganze Blut, sondern nur durch die Peripherie verbreitet, und zwei Minuten über sichtbar waren.

Versuch 4. Ich schnitt einem Frosche den Kopf ab, und ließ zwei Tropfen Blut auf das Ob-

servationsglas fallen, beobachtete unter der nämlichen Vergrößerung die freiwilligen Bewegungen, und setzte, als sie sich noch sehr lebhaft äusserten, das Blut der Einwirkung der nämlichen Voltaischen Säule aus. Es erfolgten sogleich nicht nur lebhafte Bewegungen durch die ganze Blutmasse, vorzüglich an den mit den Verbindungsdrähten berührten Stellen, sondern auch ein stärkeres und schnelleres Gerinnen des Blutes, so dass in 10 Minuten schon alles ruhig, und die beiden Tropfen vollkommen geronnen waren.

Versuch 5. Diesen Versuch wiederholte ich mit der Abänderung, dass ich beide Tropfen Blut in dem Zeitpunkte, wo es noch freiwillige Bewegungen äusserte, mit einem kleinen Tropfen sehr verdünnter oxygenirter Salzsäure benetzte, worauf diese regelmässigen Bewegungen auf der Stelle merklich verstärkt wurden, das Blut aber auch sehr bald gerann.

Versuch 6. Als ich dagegen bei einem andern Versuche auf das Blut, als es noch ein lebhaftes Oscilliren äusserte, einen Tropfen oxygenirter Salzsäure fallen ließ, hörten nicht allein alle Bewegungen augenblicklich auf, sondern es wurde auch das regelmässige netzförmige Gewebe zerstört, und ein vollkommenes Gerinnen des Blutes in Gestalt der Flöcken bewirkt. — Diese nämlichen Veränderungen bewirkten auch Salzsäure, Salpetersäure, Essigsäure, u. s. w., in dem Blute.

Verſuch 7. Ich vermischtte ferner mit dem Blute, als es noch freiwillige Bewegungen äußerte, einen Tropfen reiner Kaliauflösung. Dieser hob nicht allein augenblicklich jede freiwillige Bewegung auf, sondern das Blut wurde auch gänzlich in seiner Beschaffenheit geändert, gelb und braun gefärbt, und in unregelmäßige Flocken aufgelöst.

Verſuch 8. Um mich zu belehren, ob das regelmäßige netzförmige Gewebe und die freiwilligen Bewegungen ausschließlich dem Blute, und nicht auch andern animalischen und vegetabilischen Feuchtigkeiten eigen sind, stellte ich folgende Verſuche an. Ich schnitt einem Frosche den Kopf ab, um ihn verbluten zu lassen, drückte, als dies geschehen war, das im Herzen noch vorhandene Blutwasser auf das Observationsglas des Mikroſkops, und beobachtete die Veränderungen daffelben mit der nämlichen Vergrößerung. Allein ich konnte weder die geringsten Bewegungen, noch jenes regelmäßige netzförmige Gewebe wahrnehmen; vielmehr erschien das Blutwasser als eine gleichförmige, flüssige körnige Masse, in welcher sich die Blutkügelchen zerstreut und ohne gehörige Mischung zeigten.

Diesen Verſuch wiederholte ich mit Speichel, mit thierischem Samen, mit den Auflösungen verschiedener Salze, des Kleifters, des arabischen Gummi und mit andern Feuchtigkeiten; allein nirgends konnte ich etwas beobachten, was mit diesen frei-

willigen und regelmässigen Bewegungen des Blutes zur einiger Maßen überein stimmte.

Ich habe die hier mitgetheilten merkwürdigen Erscheinungen nicht allein an dem Blute der Frösche, sondern auch am Blute von Vögeln, von Kaninchen, von Katzen, u. s. w., beobachtet; und erhielt in allen diesen vergleichenden Versuchen gleiche Resultate. Ich glaube aus diesen Erfahrungen folgende vorläufige *Folgerungen* ziehen zu können:

1. Dass jene regelmässige Gestalt, so wohl als jene auffallenden Bewegungen, die mit Contractio-
nen und Dilatationen der Muskelfasern so viele Uebereinstimmung zeigen, von selbst und ohne Ein-
wirkung der Galvanischen Electricität, in dem aus
seiner Circulation gesetzten Blute erfolgen.

2. Dass diese Erscheinungen, die sich am Blute so wohl mit bewaffneten als mit freien Augen beob-
achten lassen, blos dem mit dem Blute vermischt-
ten, und unter diesen Umständen aus seiner Ver-
bindung tretenden *Faserstoffe* zuzuschreiben sind,
weil sie mit der Dauer des Gerinnens des Blutes im
Verhältnisse stehen. Diese Erscheinungen werden
daher auch viel längere Zeit hindurch beobachtet,
wenn man eine grössere Quantität Blut einer sol-
chen Beobachtung unterwirft.

3. Dass diese Bewegungen, (wie auch alle übri-
ge Erscheinungen, die sich an dem Blute wahrneh-
men lassen,) aus einer *chemischen Einwirkung* her-
zuleiten sind, welche nicht blos die atmosphärische
Luft, sondern auch das Galvanische und electrische

Fluidum, das verstärkte Licht, die verdünnte oxy-
genirte Salzsäure, u. s. w., auf das Blut äussern;
woher denn auch jene freiwilligen Veränderungen
durch Einwirkung dieser Mittel, bis der Zustand
des vollkommenen Gerinnens des Blutes erfolgt, be-
schleunigt werden.

4. Dass, wenn wir diese und ähnliche Unter-
suchungen weiter verfolgen, wir vielleicht der
nächsten Ursache der Muskelbewegungen und ihrem
Mechanismus näher auf die Spur kommen, und
diese so schwere Aufgabe der Physiologie allmäh-
lig mehr aufhellen werden.

II.

Fortgesetzte electrische Versuche;
und
Bemerkungen über die leuchtende Er-
scheinung bei den Windbüchsen,
 vom
 Prof. WILH. REMER
 in Helmstädt.

Die electrischen Versuche, welche ich in den *Annalen*, B. 8, S. 323 ff., beschrieben habe, haben das Glück gehabt, einigen einflichtsvollen Physikern nicht zu missfallen. Um desto dreister wage ich es, eine Nachlese zu ihnen zu liefern, welche mir der Bekanntmachung noch weniger unwerth zu seyn scheint, und aus der sich vielleicht nicht unwichtige Folgerungen für die Electrologie ziehen lassen. Vielleicht tragen auch meine Verfuche etwas dazu bei, dass man auf unsre alten Reibemaschinen wieder mehr Zeit wende, und sie aus dem Dunkel ziehe, in dem sie im Vergleich mit der Voltaischen Säule stehn, da man seit den außerordentlichen Entdeckungen, welche diese veranlaßt hat, sie fast weniger als ihre so viel jüngere Schwester kennt.

Der Recensent der Annalen in der medico-chirurgischen Zeitung glaubt die Erscheinung, welche ich, *Annalen*, VIII, 332, No. 4, beschrie-

ben habe, dass nämlich bei einer schwachen Electricität der Funken *in den positiv electrisirten Conductor hinein*, so wie *aus dem negativ electrisirten heraus* zu fahren scheine, sey ein optischer Betrug gewesen. Ich würde ihm gern beistimmen, wenn ich der Einzige gewesen wäre, der diese Beobachtung angestellt hat; allein ich habe sie vor beinahe hundert Zeugen in einem Collegio mehr als Ein Mahl hervor gebracht, und sie auch, nachdem mir diese Einwendung gemacht war, mit Fleiss in Gegenwart parteiischer und unparteiischer Zeugen wiederholt, welche alle, wie ich, den Funken die entgegen gesetzte Bahn durchlaufen sahen. Am auffallendsten und unläugbarsten zeigt sich diese Erscheinung bei geriebenen Glasmänteln. Hier brechen nämlich zwei bis dreizöllige Funken aus dem genäherten Fingerknöchel hervor, und begeben sich nach dem Glase hin. Begreifen kann ich die Sache bis jetzt noch nicht.

2.

Das Ausströmen eines Strahlenbüschels aus einem auf dem negativen Conductor befestigten feinen Drahte, (*Annalen*, VIII, 335, 5,) hat mir zu einem sehr interessanten Versuche Gelegenheit gegeben. Meine, vom Herrn Prof. Fricke in Braunschweig verfertigte Electrifiersmaschine ist so gebaut, dass mit dem Reibeküssen des Cylinders ein auf Glasmänteln stehender Conductor verbunden ist. Wird nun das Reibezeug isolirt und durch eine Draht-

Drahtkette der positive Conductor mit dem Fußboden verbunden, so wird der Conductor des Reibezeuges negativ electrisirt; eine Bequemlichkeit, welche die schnelle Anstellung der Versuche mit beiden Formen der Electricität ungemein erleichtert. Die angeschlossne Zeichnung, (Taf. I, Fig. 1,) giebt eine deutliche Ansicht von dem Baue der Maschine und von dem Apparate, welchen ich bei dem gleich zu beschreibenden Verfuche anwende. *A* ist der positive, *B* der negative Conductor, beide isolirt. *C* und *D* sind geschärfte Drähte, welche auf die Conductoren gesteckt sind, und *E F* ist ein gebogener Draht, der isolirt über dem Cylinder der Maschine so aufgehängt ist, dass das Ende *E* desselben von der Spitze *C*, und das Ende *F* von der Spitze *D* nur $\frac{1}{2}$ Zoll abstieht.

Wird nun der Cylinder der Maschine in Bewegung gesetzt, so zeigt sich auf der Spitze *D* ein Strahlenpunkt, an *F* ein Büschel, an *E* ein Punkt, an *C* ein Büschel; und hat man beträchtliche Entwicklung von Electricität, so ist beim plötzlichen Stillstehen des Cylinders jedes Mahl an *D* und *E* das Ausströmen eines kleinen Strahlenbüschels mit lautem zischenden Geräusche wahrnehmbar.

Nun ist es aber bekannt, dass der Strahlenbüschel jedes Mahl die Gegenwart der positiven, der leuchtende Punkt jedes Mahl die Gegenwart der negativen Electricität in demjenigen Körper andeutet, aus welchem diese Lichterscheinung hervor

Anal. d. Physik, B. 17. St. 1. J. 1804. St. 6.

B

bricht. Mithin muss der Draht *EF* an seinen beiden Endpunkten entgegen gesetzte Electricitäten, und in einer Gegend zwischen den Punkten *E* und *F*, (seinen *Polen*,) eine Stelle haben, wo er keine electrischen Erscheinungen mehr giebt, (einen *Indifferenzpunkt*.) Diesen Punkt zu finden, habe ich mich der Electrometer vergebens bedient; brauchbarer war dazu die einfache Kugel aus Hollundermark, welche an einem seidnen Faden isolirt, erst positiv, dann negativ electrisirt wurde, und im ersten Falle von allen Punkten des Drahtes zwischen *F* und *I* abgestossen, in *I* aber angezogen, im zweiten von den Punkten zwischen *E* und *I* abgestossen, in *I* aber wiederum angezogen wurde. Da nun *I* eine Anziehung zu \mp *E* hat, so kann es selbst nur o *E* besitzen. Die Punkte zwischen *E* und *I* zogen die positiv electrisirte, die Punkte zwischen *I* und *F* die negativ electrisirte Kugel an. Dieser Versuch ist ein neuer Beweis des Fundamentalatzes der Electrologie, dass gleichnamige Electricitäten sich abstossen, ungleichnamige sich anziehen, und das Factum bedarf keiner weiteren Erklärung, da sie sich jedem Kenner aufdrängt.

3.

Ich veränderte den Apparat nun dahin, dass ich die Drähte *D* und *F* mit einander verband. Als dann war der ganze Draht *DFE* negativ electrisirt, und in *E* erschien der leuchtende Punkt.

4.

Darauf verband ich den Conductor *B* mit dem Fußboden, hob die Verbindung zwischen *D* und *F* auf, und electrisirte. Jetzt war in Ansehung der Lichterscheinungen alles wieder wie bei dem Versuche 2; als ich aber nun den Indifferenzpunkt auf die vorhin beschriebene Weise suchen wollte, fand ich ihn nicht mehr in *I*, sondern der Draht war von *F* bis *x* positiv electrisirt, von *x* bis *E* hingegen negativ, und der Indifferenzpunkt lag in *x*. Als ich darauf den Conductor *A* mit dem Fußboden verbunden und *B* wieder isolirt hatte, so fand ich, bei fortdauernden gleichen Lichterscheinungen, den Draht zwischen *E* und *y* negativ, zwischen *y* und *F* positiv. Folglich war nun *y* der Indifferenzpunkt geworden.

Wem fällt hier nicht die Voltaische Säule und das Wandern des Indifferenzpunkts bei dieser, nach Maßgabe der angebrachten Ableitung, ein?

5.

Diese Versuche brachten mich auf den Gedanken, welchen ich mich nicht entsinne, irgendwo gelesen zu haben, daß die Lichterscheinung, welche wir an Drahtspitzen wahrnehmen, die einem electrisirten Körper entgegen gehalten werden, Zeichen von Electricität in diesen Spitzen selbst sind. Um mich davon näher zu überzeugen, stellte ich folgende Versuche an:

B. 2

1. Ich isolirte einen Draht und näherte ihn dem positiv electrisirten Conductor so weit, daß sich auf seiner Spitze ein Lichtpunkt zeigte, d. h., ungefähr bis auf 3 Zoll. Jetzt untersuchte ich seine Electricität mit einem negativ electrisirten Hollundermarkkugelchen, und fand, daß dieser Draht die Kugel abstieß. Nachdem ich ihn aber aus der Atmosphäre des positiv electrisirten Conductors weggenommen hatte, zog er die Kugel an.

2. Das nämliche, aber umgekehrt, erfolgte bei dem negativ electrisirten Conductor.

3. Ein dem positiven Conductor genäherter Draht zog ein positiv electrisirtes, so wie ein dem negativen genäherter, ein negativ electrisirtes Kugelchen an, so lange sich die Drähte in der Atmosphäre des Conductors befanden.

4. Alle diese Versuche gelangen eben so, wenn der Draht von einer isolirten Person, ja, auch dann, wenn er von einer nicht-isolirten Person gehalten wurde.

Meine Vermuthung war also bestätigt; nur kann ich noch nicht mit Gewissheit sagen, ob der Draht, welchen ich zu dem Versuche gebrauchte, sein $\mp E$ durch ungleiche Vertheilung, oder durch wirkliche Mittheilung oder Entziehung von Electricität erhalten hat. Das erste sollte man glauben, da er sogleich $o E$ zeigte, als ich ihn aus der Atmosphäre des Conductors wegnahm. Allein er kann auch, da er ziemlich zugeschärft war, diese

Electricität, der Einsaugung aus der Atmosphäre verdanken.

6.

Sehr angenehm überraschte mich Herrn Ritter's Beobachtung, (*Voigt's Magazin*, B. 6, St. 2, S. 105 ff.,) welcher wahrnahm, dass, als er die beiden Gas gebenden Golddrähte von den Polen der Voltaischen Säule trennte, diese nach einer kurzen Weile ihre Functionen vertauschten, so dass der, welcher bisher Sauerstoffgas gegeben hatte, jetzt einen schwachen Strom Wasserstoffgas gab, und umgekehrt. Ich kann nicht umhin, auf die Aehnlichkeit dieser Erscheinung mit der von mir an negativ electrisirten Spitzen wahrgenommenen Erscheinung, (*Annalen*, VIII, 335, 5,) aufmerksam zu machen, wo während des Umlaufes des Cylinders ein Strahlenpunkt, und eine ganz kurze Zeit nachher ein schwacher zischender Strahlensbüschel *) wahrzunehmen war. Statt der negativen und positiven Gasströme erfolgten hier die negativen und positiven Erscheinungen. Herrn Ritter führten wichtigere Gegenstände von dieser Erscheinung ab, und verhinderten ihn, sich bei Erklärung derselben zu verweilen. Doch scheint mir dieser Versuch, so klein er auch ist, wohl eine Erklärung zu verdienen. Sollte vielleicht, um meine Ansicht der Sache zu eröffnen, der Hergang der Sache folgender seyn?

*) Sollten nicht überhaupt die Strahlenpunkte ganz kleine Strahlensbüschel seyn? R.

So lange der Cylinder der Maschine gedreht wird, strömt durch die aufgesteckte Spitze beständig Electricität aus der Atmosphäre in den seiner Electricität beraubten negativen Conductor hinein; daher der leuchtende Punkt. Hört nun die Bewegung des Cylinders auf, so reißt sich ein Strom der atmosphärischen Electricität während der Zeit, da der Draht nicht leuchtet, aus der Luft in den Draht hinein und versetzt diesen in einen positiv electrisirten Zustand, wäre es auch nur in Beziehung auf die den Draht zunächst umgebende Luftportion, so dass jetzt das + E aus der Spitze in Gestalt eines Büschels hervor bricht, um das Gleichgewicht wieder herzustellen. Diese Vermuthung wird dadurch noch wahrscheinlicher, dass nur sehr starke Electricitäten diese Erscheinung bewirken, dass sie selbst sehr schwach ist, und dass sie am positiven Conductor, auch unter den günstigsten Umständen, nicht hervor gebracht werden kann.

Herrn Ritter's Versuch wäre vielleicht etwas dem Aehnlichen, und bestünde in einem Sichtbarwerden des durch die Electricität der Voltaiischen Säule frei gemachten, aber nach dem Wasser anhängenden Sauerstoffes und Wasserstoffes. Nimmt man dazu die Bemerkung, dass die Geschmacks- und Gesichtspheomene, welche diese Drähte nach aufgehobener Verbindung mit der Voltaiischen Säule hervor bringen, geradezu die entgegengesetzten von denen sind, welche während ihrer Verbindung mit der Säule wahrgenommen werden;

so ist es sogar wahrscheinlich, dass jetzt ein ganz umgekehrter chemischer Prozess mit diesen Drähten erfolge, so dass der Draht, welcher vorhin sich positiv gegen den Sauerstoff verhielt, nun gegen ihn eine negative Beschaffenheit annimmt, und umgekehrt.

Immer aber bleibt die Erscheinung höchst sonderbar, und scheint mir fehr für die Einheit der electrischen Materie zu sprechen. *)

7.

Meine Bekanntmachung des *Windbüchsenlichtes* hat diese Sache wenigstens zur Sprache gebracht, wenn auch darüber noch nichts hinlänglich aufgeklärt ist. Herr D. und Prof. Weber in Landshut äussert sich mit einiger Empfindlichkeit darüber, (*Annalen*, XI, 344,) dass ihm die Priorität der Entdeckung zustehe, und dass seine Behauptungen darüber von dem Publicum nicht beachtet seyen. Ich hatte aber seine dort genannte Schrift weder damahls gelesen, als ich zuerst über diesen Gegenstand schrieb, noch habe ich sie mir,

*) Ich habe in meinen früheren Versuchen einige Fälle angegeben, welche mir für Symmer's Dualismus zu sprechen scheinen. Damit wollte ich diesem Systeme nicht das Wort reden, indem ich das *Franklinische* für richtiger hakte, sondern nur auf einige noch nicht ganz erhellte Stellen aufmerksam machen.

R.

ungeachtet aller meiner Bemühungen, bisher verschaffen können, kann folglich über seine Erklärungen dieses Gegenstandes nicht urtheilen; — und da er schon gesucht hatte, die Aufmerksamkeit der Physiker auf ihn zu leiten, so bleibt, bei ihrem gänzlichen Schweigen darüber, mein Vorwurf wegen einer nicht unbeträchtlichen Unachtsamkeit, in doppelter Stärke stehen. Die Prioritätsrechte an dieser Entdeckung will ich gern aufgeben, sie gehören aber Herrn Weber ebenfalls nicht, sondern den vielen Windbüchsenfächtern, welche diese Erscheinung sahen, und, *ut sumus homines*, nichts dabei dachten. Uebrigens hält Herr Weber das Phänomen für electrisch. So auch Herr Condit. Sekr. Wolff in Hannover, welcher seine Ideen darüber in Voigt's *Magazin*, 1802, B. 4, St. 6, S. 826 ff., und in den *Annalen*, XII, 608, bekannt gemacht hat. Der letzte sucht den Grund des Misslingens der von mir angestellten electroskopischen Versuche in der leitenden Kraft des Oehles, mit welchem das Gewehr eingeöhlt ist, und wovon allerdings ein beträchtlicher Theil mit dem Schusse hervor gepresst wird. Er erklärt die Entstehung der Electricität von dem Reiben der mit Oehl geschwängerten, folglich leitenden Luft, an der reinen, folglich nicht leitenden. Ich glaube zwar wohl, dass auf diese Weise Electricität entstehen könne; allein ob dieser Vorgang die von uns beobachtete Lichterscheinung bewirke, ist wohl noch nicht entschieden. Denn:

1. Das Licht, welches hier entwickelt wird, ist so beträchtlich, daß man eine starke electricische Spannung dabei wahrnehmen müßte, wenn es von Electricität entstünde, und daß der schlechte Leiter, welcher hier vorhanden ist, (der Oehldunst,) sie nicht ganz und auf einmahl ableiten könnte.

2. Schwerlich möchte die Reibung des Oehldunstes, (denn Luft reibt sich nicht an Luft,) an der Luft im Stande seyn, eine so starke Electricität zu erzeugen, als hier vorhanden seyn müßte, wenn das Licht electricisch wäre.

3. Die Ursachen, welche die Electricität, Herrn Wolff's Meinung gemäß, erzeugen sollen, bleiben in der mit Luft gefüllten eingehöhlten Windbüchse beständig, allein die Intensität des Lichtes nimmt in dem nämlichen Verhältnisse ab, in welchem die Dichtigkeit der Luft in der Kolbe abnimmt. Anfänglich sehe ich, wenn ich mit 250 Kolbenzügen die in meiner Windbüchse befindliche Luft dem relativen Maximo ihrer Condensation möglichst nahe gebracht habe, einen fast fußlangen Lichtkegel aus dem Rohre fahren, welcher mein ganzes, ziemlich geräumiges Zimmer schwach erhellt. Mit jedem Schusse nimmt aber das Licht beträchtlich ab; und wenn der Druck der Luft noch stark genug ist, eine Kugel in ein tännenes Brett, in einer Entfernung von 30 Gängen auf einen Zoll tief hinein zu treiben, so ist das Licht ein bloßes bläuliches Flämmchen an der Spitze des Rohres, welches beim nächsten Schusse ganz verschwunden ist.

Dieses durfte nicht der Fall seyn, da hier die reibenden Kräfte noch so gross sind.

4. Man sieht diese Erscheinung nicht bei allen Windbüchsen, sondern nur bei einigen, welches ich selbst, (a. a. O., S. 359,) bemerkt habe, und welches Herr Prof. Gilbert, (eben das., S. 340, Note,) bestätigt. Allein alle metallene Windbüchsen sind eingöhlt; folglich müfsten sie, hätte Herr Wolff Recht, alle diese angebliche Electricität erzeugen.

Diese Zweifel, zusammen genommen mit der völligen Unmöglichkeit, dabei eine Spur von Electricität sinnlich wahrnehmbar zu machen, zwingen mich, eine andere Erklärung des Windbüchsenlichtes zu suchen, wozu folgende Punkte vielleicht die Materialien enthalten:

1. De parciex bemerkte, dass, wenn man die so genannten Petarden der Barometermacher, (kleine, sehr dünn geblasene, fast luftleere Kugeln, welche bei der leisesten Erschütterung mit Knallen zerbrechen,) im Dunkeln zersprengt, sie dann einen Lichtschein von sich geben. *)

2. Der selbe sah, dass, wenn im Guerike'schen Vacuo eine luftvolle, dünn geblasene Glaskugel zerbrochen wurde, sich Licht wahrnehmen ließ. **)

3. Dasselbe erfolgt, nach Hrn. Weber, Wolff und mir, beim Abschließen der Windbüchse.

*) Gren's Journal, B. 8, S. 20.

R.

**) Eben daselbst.

R.

4. Wenn man die Luft unter der Glocke der Luftpumpe *) verdichtet, nachdem man das Rohr, durch welches der Raum der Glocke mit dem Cylinder verbunden ist, mit einem Wassertropfen versehen hat, und dann die Luft schnell durch dieses Rohr entweichen lässt, so gefriert das Wasser an dem Rohre zu Eis. Es wird folglich bei dieser Verdünnung der Luft Wärme gebunden. (Pictet.) **)

5. Wenn man in die Condensationsglocke ein empfindliches Thermometer hängt, so steigt das Quecksilber in demselben während des Condensirens um einige Grade, und fällt beim raschen Ausstreten der Luft schnell viel tiefer herab, als es vor dem Versuche stand. Bis zum Gefrierpunkte wollte es mir jedoch nie fallen. Die Condensation der Luft macht folglich Wärme frei.

6. Wenn man unter dem Recipienten der Luftpumpe die Luft beträchtlich vermindert, nachdem ein sehr empfindliches Thermometer in demselben angebracht ist, so fällt das Quecksilber um einige Grade, und steigt wieder, wenn man die Luft aufs neue zutreten lässt, oft höher, als es vor dem Versuche stand. Hier wird folglich durch die Verdünnung der Luft Wärme gebunden.

*) Ich besitze die ältere Leiste'sche. R.

**) Scherer's Journal, 16tes Heft, S. 481. Herr Ziegler in Winterthur hat dasselbe bei einer andern Gelegenheit an Papin's Digestor gesehen. N. allg. Journ. d. Chemie, B. 1, S. 221. R.

Alle diese Versuche erfordern grosse Genauigkeit und Vorsicht, besonders in Ansehung des Umstandes, dass das Thermometer so angebracht werde, dass es ringsum mit schlechten Wärmeleitern umgeben ist. *)

Vergleichen wir nun die Lichterscheinungen mit den Wärmephantomenen, so nehmen wir eine sonderbare Uebereinstimmung dabei wahr, indem überall, wo dichtere Luft schnell in einen grössern Raum ausgedehnt wird, Kälte und Licht erscheinen, (Wärme gebunden, Licht entbunden wird.) Fast sollte man daher bewogen werden, zu glauben, dass diese beiden, so oft neben einander existirenden, so oft mit einander verwechselten, und so oft für einander entgegen gesetzt gehaltenen Wesen, wenn sie materiell sind, wirklich einander entgegen gesetzt sind, **) und dass das Gebundenwerden von Wär-

*) Mit vorzüglicher Genauigkeit und besonderm Scharfsinne sind Dalton's Versuche über Wärme und Kälte, die bei mechanischer Verdichtung und Verdünnung der Luft entstehen, angestellt, welche man in den Annalen, XIV, 101, beschrieben findet, und die Herr Prof. Remer übersiehn zu haben scheint. Dieselbe Erscheinung, welche unter 4 ausgeführt wird, hat man mehr im Grossen bei der Höll'schen Maschine in Schemnitz in Ungarn wahrgenommen, (siehe Jar's metallurg. Reisen.)

d. H.

**) Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit auf eine diese Ostern erscheinende Schrift meines Freundes, des Herrn Prof. Bartels hier selbst,

meßstoff eine ihm proportionale Menge von Lichtstoff auszuscheiden vermöge.

Will man indes aus dieser Coexistenz die Causalverbindung dieser beiden Phänomene nicht ableiten, so kann man vielleicht eine andere Erklärung derselben in der veränderten Dichtigkeit finden. Vielleicht hat nämlich die Luft, je dichter sie ist, eine desto stärkere Kraft, den Lichtstoff mit sich zu verbinden und chemisch zu vereinigen, (eine desto grüssere Capacität für das Licht.) Wenigstens rückt die Luft bei einer solchen gewaltfamen Verdichtung in einen sehr kleinen Raum zusammen, welchen sie vorhin mehrere Mahl auszufüllen im Stande gewesen seyn würde. Dasselbe thut auch das Licht, welches materiell und chemisch gebunden, in dieser Luftportion enthalten ist. Wenn aber dieser Luft ein Ausweg gestattet wird, so dehnt sie sich schnell in einen grössern Raum aus, wobei, (wie in dem Falle, wo tropfbare Flüssigkeiten zu Dämpfen werden?) ihre Capacität für die Wärme vermehrt, aber zugleich auch der bisher zusammen gepresste Lichtstoff in heftige Bewegung gesetzt, mithin sichtbar gemacht wird; wenn anders leuchtendes, sichtbares Licht *Bewegung* des Lichtstoffes im Raume ist.

aufmerksam zu machen, in welcher über diese Antithese ganz neue sehr scharfsinnige und interessante Untersuchungen angestellt werden. R.

Ich nehme hier eine *materielle Ursache des Lichts* an, weil ich das Licht *chemische Verbindungen eingehen* sehe.

Vorhin deutete ich auf eine Erklärung der Kälteerzeugung in dem Falle, wo verdichtete Luft in einen engern Raum tritt. Sollte nicht das hier gemeinte Gesetz der Veränderung in der Capacität für die Wärme, auch in diesem Falle eine Anwendung leiden? Ich weiss es jedoch wohl, dass ein wichtiger Unterschied zwischen Verdichtung der Luft und Verdichtung der Dünste zu tropfbaren Flüssigkeiten, und umgekehrt, statt findet. Sollte aber nicht die Erfahrung, dass auf der Spitze hoher Berge die Luft zugleich sehr dünn und sehr kalt ist, etwas für meine Vermuthung sprechen?

Ich will keinesweges die eben gewagten Erklärungen für etwas mehr als für *Hypothesen* ausgeben. Doch glaube ich, dass man auf diesem Wege eher der Wahrheit nahe kommt, als wenn man sich damit begnügt, das Windbüchsenlicht, (*sic ventia verbo!*) mit einem berühmten Lehrer der Physik auf einer berühmten Universität für „eine Lichterscheinung“ zu erklären. *)

*) Es macht dem Scharfsinne des Herrn Prof. Remer gewiss alle Ehre, in dieser Erklärung mit Lambert und Dalton zusammen zu treffen, (siehe *Annalen*, XIV, 110,) und es wäre sehr merkwürdig, wenn das Licht in diesem Falle ein umgekehrtes Verhalten mit der Wärme haben sollte. Wie es scheint, müfsten dann aber alle

Noch ein Wort über *wandelnde und lebendige Kleistische Flaschen!* Wenn man eine reich behaarte

Windbüchsen, in denen die Luft gehörig stark verdichtet ist, beim Abschießen leuchten. Oder sollten die Dimensionen des Laufs und des Ventils darauf Einfluß haben können? — Vor kurzem ist das Windbüchsenlicht auch in Frankreich und in England zur Sprache gebracht worden, wie folgende Notiz aus *Nicholson's Journal*, April, 1803, p. 280, beweist: „Pictet berichtet in einem Briefe an Tilloch, (*Philos. Magazin*, Vol. „14, p. 363,) es habe ein gewisser Mollet aus „Lion dem Nationalinstitute am 29sten Dec 1802“ einen Aufsatz vorgelegt, über eine leuchtende „Erscheinung, die sich beim Losschießen einer „Windbüchse im Dunkeln zeigt, welches Pictet „für eine noch nie bemerkte Sache hält. Doch „schon vor 1½ Jahren brachte Herr Fletcher „dieses hier, (in London,) in einer Gesellschaft „zur Sprache, die sich damals wöchentlich bei „mir versammelte, um sich über physikalische Ge-„genstände zu unterhalten. Es entstanden mehrere „Discussionen, was der Grund sey, ob Electricität „oder Capacitätsänderung in der sich ausdehnenden Luft, und es wurde darüber eine Reihe von „Versuchen verabredet, die aber wegen anderer Ge-„genstände nicht zur Ausführung kam. Das Phänomen ist merkwürdig, und verdiente, weiter erforscht zu werden.“ Die Priorität, welche Franzosen und Engländer sich streitig machen, gebührt, wie man sieht, ohne allen Streit uns Deutschen, und es wäre nicht unmöglich, daß die hierher

Katze bei trockener Luft auf den Schoos nimmt; ihr die linke Hand vor die Brust legt und sie mit der rechten auf dem Rücken streicht, so erzeugen sich erst einzelne Funken aus dem Pelze der Katze, dann bekommt man einen starken Schlag, welcher oft bis weit über die Handwurzel, (*carpus,*) beider Arme hinauf reicht. In dem nämlichen Augenblicke springt das Thier mit einer Aeußerung des Schreckens auf, und lässt sich selten zu dem zweiten Versuche bewegen. Hier ist der lebendige Katzenbalg der idioelectriche Körper, die beiden Hände sind die Belegungen; an der reibenden Hand erzeugt sich + E, an der ruhenden — E; und ist eine beträchtliche Spannung da, so entladet sich diese Flasche von selbst. Die Haut des Menschen ist bekanntlich nur ein schlechter Leiter, so lange sie trocken ist, daher kann eine andere Wiederherstellung des Gleichgewichts nicht gut erfolgen.

Helmstädt den 28sten März 1804.

gehörigen Aufsätze der Herren Remer, Weber und Wolff in den Annalen, die Sache, wenigstens auf indirectem Wege, zur Kenntniß unserer Nachbarn gebracht haben könnten. d. H.

III.

N A C H R I C H T

*von den neuesten Versuchen des Grafen
RUMFORD über die strahlende Wärme;*

mitgetheilt

vom

Dr. F R I E D L Ä N D E R
in Paris.

*(Aus einem Briefe des Herrn Dr. Friedländer, Paris
den 4ten März 1804.)*

„Der Graf Rumford hat in den letzten Sitzungen des Nationalinstituts eine Beschreibung seines neuen Thermoskops und eine Nachricht von den Versuchen, die er mit demselben angestellt hat, dem Institute mitgetheilt. Von beiden dürften Sie die Leser Ihrer Annalen vielleicht nicht ungerne unterhalten sehn. Der besondern Güte des Präsidenten und der Secretäre des Instituts, so wie des Grafen Rumford selbst, verdanke ich die Mittheilung der Originalabhandlung, aus welcher ich Ihnen hierbei den vollständigsten Auszug zu übersenden die Ehre habe. Die Darstellung der sehr einfachen Versuche selbst litt keine Schwierigkeit; wo aber der berühmte Verf. seine Conjecturen und Theorien vortrug, habe ich ihn fast wörtlich übersetzt. Der erste Theil der Abhandlung ist bereits vor mehrern Monaten der königl. Societät der Wissenschaften in London mitgetheilt worden, und wird, wenn ich nicht irre, nächstens in der *Bibliothèque britannique* in einer Uebersetzung erscheinen. Der zweite Theil ist dem Institute übergeben, und die Versuche mit den Instru-

Annal. d. Physik, B, 17, St. 1, J, 1804. St. 5,

C

menten, welche der Verf. zu dem Ende aus Müsschen kommen ließ, sind in demselben wiederholt worden. Sie bestätigten sich alle; nur erfordern sie wegen ihrer Feinheit grosse Behutsamkeit, und müssen, weil die dazu gebrauchten Thermometer so äußerst empfindlich sind, in einem grossen Zimmer und nur in Gegenwart sehr weniger Menschen ange stellt werden.“

Das Thermoskop, dessen sich der Graf Rumford bei seinen Versuchen bedient, ist ein äußerst empfindliches Luftthermometer, welches die kleinsten Veränderungen der Temperatur angibt. Es besteht aus einer horizontalen Gläseröhre mit zwei gerade in die Höhe steigenden Armen, an deren Enden sich zwei dünne Glaskugeln befinden. Die horizontale Röhre ist 15 bis 16 Zoll, und jede der beiden senkrechten Röhren 6 bis 7 Zoll lang. Der Durchmesser der Röhren beträgt $\frac{1}{2}$ Linie, und der Durchmesser der Kugeln $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{3}$ Zoll. Durch eine kleine Röhre, oder einen zolllangen Trichter, welcher an einem der Arme angeblasen ist, gießt man gerade so viel gefärbten Weingeist, als dieser enthalten kann, in das Instrument, und verschließt es alsdann hermetisch, so dass zwischen der innerhalb und außerhalb befindlichen Luft keine Gemeinschaft mehr Statt findet. Man sucht alsdann den Weingeist tropfen, der in der schmalen Röhre wie ein kleiner Cylinder erscheint, so viel als möglich in die Mitte der horizontalen Röhre zu bringen. Dieses bewirkt man nicht ohne Schwierigkeit und Zeitaufwand. Ist aber alsdann die Luft in beiden Ku-

geln gleichmässig erwärmt, so befindet sich das Instrument im Zustande der Ruhe.

Nun bringt man zwischen den beiden Kugeln einen Schirm an, so dass man eine derselben ohne die andere erwärmen kann. Geschieht dieses, so bewegt sich der Weingeisttropfen von der erwärmten Kugel ab, nach der andern hin; erkältet man sie dagegen, so nähert er sich ihr, und die Geschwindigkeit, mit der dieses Entfernen und Annähern geschieht, steht im Verhältnisse mit der Intensität der strahlenden Wärme oder Kälte des Körpers, den man der Kugel genähert hat.

Will man die Intensität der ausstrahlenden erwärmenden oder erkältenden Wirkung *) zweier verschiedenartigen Körper vergleichen, so stellt man den einen in einer gegebenen Entfernung von der einen Kugel, und dann den andern in einem solchen Abstande von der zweiten Kugel, dass der

*) Der Herr Graf spricht in dieser ganzen Abhandlung stets von ausstrahlender Kälte. Wenn der Leser auch nicht die Nothwendigkeit einer solchen Annahme einsehen, und die Phänomene von dem Entziehen der Wärme zu erklären geneigt seyn sollte, so hat dieses doch auf die Versuche weiter keinen Bezug, und es kann zur Bequemlichkeit derselben hier, (wie bei der Electricität,) kein Gutes haben, zwei Materien, einen kalt machenden Stoff und einen Wärmestoff, für einen Augenblick einzutunehmen, wie der Verfasser, wie sich aus Folgendem ergiebt, wirklich thut. Frdri.

Weingeisttropfen unverrückt an seiner Stelle stehn bleibt. Berechnet man nun die Oberfläche dieser Körper und die Entfernung jedes derselben von der ihm zugekehrten Kugel des Instruments, so lässt sich, wie man einsieht, die Intensität der ausstrahlenden Wärme eines jeden derselben finden.

Will man die Intensität der ausstrahlenden Wärme eines Körpers mit der Intensität der Wirkung eines gleichartigen *kalten* vergleichen, so bringt man eine der Kugeln des Instruments hinter den Schirm, nähert dann beide Körper der andern Kugel, und rückt sie in solchen Entfernung von derselben, dass die gleichzeitigen Wirkungen derselben auf die Kugel sich aufheben, und sie von einem Körper so viel erwärmt, als von dem andern erkältet wird, da dann der Weingeisttropfen in Ruhe bleibt. Die Intensität des Ausstrahlens beider Körper lässt sich aus der Grösse ihrer Oberfläche und aus ihrer Entfernung von der Kugel des Instruments berechnen.

Das Thermoskop ist so empfindlich, dass bei einer Temperatur von 15 bis 16° R. das Ausstrahlen der Wärme der Hand, die man der Kugel derselben entgegen hält, schon in der Entfernung von 3 Fuß den Weingeisttropfen in Bewegung setzt. Eine Metallscheibe von 4 Zoll im Durchmesser, die über einem Wachslichte geschwärzt worden, und bis zum Frostpunkte erkältet war, wirkte eben so schnell auf den Tropfen in einer Entfernung von 18 Zoll, und machte, dass er sich ihr näherte.

Durch seine Versuche mit diesem empfindlichen Instrumente glaubt Graf Rumford sich überzeugt zu haben, dass sich von allen Körpern beständig wellenförmige Strahlungen, (*ondulations,*) nach allen Richtungen von ihrer Oberfläche ab, in Bewegung setzen, welche sich mit den Schwingungen des Schalles vergleichen lassen, und durch die nach und nach die Temperatur der Körper, auf welche sie stossen, geändert wird, ohne dass sie von den getroffenen Körpern, wenn diese wärmer oder minder warm als der Körper, von welchem die Schwingungen ausgehen, reflectirt werden.

Die Intensität dieses Ausstrahlens ist bei verschiedenen Körpern, die sich in gleicher Temperatur befinden, sehr verschieden. Sie ist geringer in *polirten* als in *unpolirten* Körpern; die Oberfläche des oxydirten Kupfers strahlt z. B. die Wärme und Kälte 10 Mahl, und das an einer Wachskerze geschwärzte Kupfer 18 Mahl stärker aus, als das blanke und gut polirte Kupfer.

Dieselben wellenförmig ausströmenden Strahlen sind übrigens, wenn sie auf wärmere Körper stossen, *erkältend*, und wenn sie auf Körper von minderer Temperatur stossen, *erwärmend*, woraus der Verfasser den Schluss zieht: „dafs dieselben „Körper, welche, wenn sie von kältern Körpern, „als sie sind, umgeben werden, Wärme ausstrah- „len, im entgegen gesetzten Falle Kälte (*emanations frigorifques*) ausströmen müssten.“ Und

dieses sucht er noch durch folgende Versuche zu bekräftigen.

Zwei Metallscheiben von gleichem Durchmesser, deren eine in eine Temperatur von 0, die andre von 40° R. versetzt war, wurden bei einer Lufttemperatur von 20° in gleichen Entfernungen von der einen Kugel seines Thermoskops gestellt. Der Weingeiftropfen blieb unbewegt an seiner Stelle, und zeigte demnach, dass die Kugel durch den Einfluss der Kälte eben so stark erkältet, als durch den Einfluss der Wärme zu gleicher Zeit erwärmt wurde. Schwärzte man die Oberfläche einer dieser Scheiben, so war das Ausstrahlen derselben so stark, dass die andere ihr nicht mehr das Gleichgewicht hielte. Schwärzte man indess auch diese andere, so stellte sich das Gleichgewicht wiederum her.

Die Aehnlichkeit der Wärmeschwingungen mit der Schallverbreitung führte den Verf. auf den Gedanken, ein von innen wohl polirtes Hörraehr zwischen die eine Kugel seines Thermoskops und zwischen eine hohle kupferne Kugel von 3 Zoll Durchmesser, die er mit zerstoßenem Eise und Wasser angefüllt hatte, so zu stellen, dass das weitere Ende, dieser letztern Kugel, das engere, der Thermometerkugel zugekehrt war. In der That wurde hierdurch die kalt machende Wirkung seines kalten Körpers gerade so wie der Schall verstärkt, oder, (wie sich der Verf. in dieser ersten Hälfte seines Aufsatzes scherhaftweise ausdrückt,) „der kalte Körper sprach vor der grossen Oeffnung des Hörrohrs,

„während das Thermoskop vor der kleinen Oeffnung zuhörte.“

Wenn die Theilehen der empfänglichen Körper stets durch schnelle schwingende Bewegungen erschüttert werden, und in jeder Temperatur aus allen Punkten ihrer Oberfläche schwingende Strahlen wie die klingenden Körper ausströmen; wenn ferner die Körper stets wechselseitig auf einander in der Entfernung wirken, und in einander Veränderungen der Temperatur hervor bringen, bis sie zu einem wechselseitigen Gleichgewichte der Temperatur gebracht sind; — so muss dieses Erwärmen oder Erkalten eines Körpers nicht bloß von den ihm umgebenden wärmern und kältern Körpern, sondern auch von dem Umstände abhängen, ob seine Oberfläche, welche die Strahlen dieser wärmern oder kältern Körper reflectirt, glatt oder rauh ist. Der Verfasser glaubte aus diesem Grunde schon *a priori* schließen zu können, dass die polirten Körper sich langsamer erhitzen und erkalten würden; als die nicht-polirten.

Um diesen wichtigen Punkt aufzuklären, stellte er folgende Versuche an: Zwei cylindrische Metallgefäße von 4 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Höhe, von welchen das eine blank polirt, das andere über der Flamme einer Wachskerze geschwärzt worden war, wurden beide im Winter mit kochendem Wasser angefüllt, und zugleich in einem grossen Zimmer in ruhiger Luft hingestellt, um allmälig zu erkalten. Das geschwärzte Gefäß erkal-

tete ungefähr zwei Mahl schneller als das polirte. — Hierauf putzte man das schwarze Gefäß, bekleidete es dicht mit feiner Leinwand, und wiederholte den Versuch. Das polirte Gefäß brauchte 55 Minuten, um von 50° F. über die Temperatur der Zimmerluft bis auf 40° über dieselbe, also überhaupt um 10° F. zu erkalten, während das mit Leinwand bekleidete Gefäß zu gleicher Erkaltung nur 36 Minuten bedurfte. — Dasselbe Gefäß wurde nun statt mit feiner Leinwand, nach einander mit einer, zwei, und endlich mit vier Lagen einer Auflösung von Copal in Weingeist bekleidet, und der Versuch jedes Mahl wiederholt. Das polirte Gefäß erkaltete stets in 55 Minuten um 10° F.; dagegen das mit einer Lage Firniß bedeckte schon in 42 Minuten, das mit zwei Lagen bedeckte in $35\frac{3}{4}$, und das mit vier Lagen bedeckte in $30\frac{1}{4}$ Minute. Ein mit 8 Lagen dieses Firnißes bekleidetes Gefäß bedurfte $34\frac{1}{4}$ Minute, bis es um volle 10° erkaltet war. — Nach diesen Versuchen nahm man den Firniß ab, und bemahlt das Gefäß mit Wasserfarben, nach einander weiß und schwarz; dann belegte man es mit Goldschlägerblättchen und ließ es weiß; endlich bemahlt man auch mit Tusche. Stets beförderten die Umschläge die schnellere Erkaltung in Vergleich mit dem polirten Gefäße. — Eins der Gefäße wurde zuletzt mit dünnen Goldblättchen und Silberblättchen vermittelst des Firnißes, den man gewöhnlich zu Vergoldungen anwendet, belegt. Die Erkaltung ging alsdann

trotz des Firnisses eben so langsam, als in dem polirten Gefäſſe vor sich.

Ein Pelz erhält länger die Wärme, wenn das Haar nach außen, als wenn es nach innen umgekehrt ist. Der Verfasser glaubt, daß dieses in der glatten Politur des Haares seinen Grund hat.

Umgekehrt zeigte eine Menge anderer Versuche, daß Körper, deren Oberfläche glatt ist, sich minder schnell erwärmen, als die, deren Oberfläche rauh ist. Man bestätigte dieses besonders durch glatte und rauhe Gefäſſe mit Wasser, die man aus kalten Zimmern in warme Zimmer brachte.

„Wenn diese Versuche auch nicht überzeugend beweisen,“ setzt der Verf. hinzu, „daß die Mittheilung der Wärme und Kälte der Mittheilung des Schalles analog ist; so erhält diese Vermuthung durch sie doch viel Wahrscheinlichkeit.“

Die bekannten Versuche mit Wassertropfen, die man auf roth glühendes Eisen fallen läßt, und die lange ihre sphärische Gestalt erhalten, und erst spät verdunsten, scheinen sich, nach dem Verfasser, auf dieselbe Weise erklären zu lassen. „Auf der heißen Oberfläche des Metalles,“ sagt er, „haftet die Luft mit solcher Gewalt, daß das Wasser sie nicht aus der Stelle treiben kann. Wenn aber das Metall etwas weniger warm geworden ist, so reicht die Schwere des Tropfens hin, die Luftlage zu vertreiben, und die Oberfläche wird nass, das heißt, die Gestalt und Politur des Tropfens werden zerstört, weshalb er mit Zischen in einem

„Augenblicke verdunstet.“ In einem silbernen Löffel, dessen innere Fläche an einem Wachslichte geschwärzt wurde, suchte man einen grossen Wassertropfen zum Kochen zu bringen. Da der Tropfen die schwarze Masse nicht befeuchtete, so war dieses unmöglich, und geschah auch dann noch nicht, als schon die Handhabe des Löffels, welche man mit einem Tuche hielt, bereits so heiß geworden war, daß das äußerste Ende, wenn man es mit nassen Finger berührte, ein Zischen verursachte. Der Tropfen im Löffel über der Flamme war dann vielmehr noch so wenig heiß, daß man ihn, ohne Gefahr, sich zu verbrennen, in die hohle Hand gießen konnte. — Ein Tropfen, der an der Spitze eines Schwefelhölzchens hängt und mit Vorsicht in die Mitte einer Wachskerze gehalten wird, ohne den Docht zu berühren, bleibt ebenfalls ziemlich lange in dieser Gestalt, ohne auch nur warm zu werden, bis das Holz endlich Feuer fängt, und dann dem Tropfen nach und nach die Wärme mittheilt.

Diese Phänomene erklärt der Verfasser mit folgenden Worten: „Da die reflectirende Oberfläche (*surface reflectissante*) eines polirten Körpers nicht seine wahre Oberfläche ist, sondern Schranken, die sich unbezweifelt in sehr geringer Entfernung von diesem Körper befinden, so muß sie, wie es scheint, nicht nur die Strahlen, welche von außen kommen, sondern auch die vom Körper selbst ausgehenden Strahlen zurück werfen.“

„Nur eine verhältnismässig kleine Menge von Strahlen bahnt sich einen Weg durch diese Schranken, und strahlt nach aussen. Daher ist der Einfluss polarirter Körper, sie mögen warm oder kalt seyn, auf die Temperatur der benachbarten geringer, als der Einfluss der unpolirten.“

„Der Unterschied eines warmen und minder warmen Körpers scheint dem Verfasser übrigens völlig dem Unterschiede analog zu seyn, der zwischen einem in tiefem Tone, und einem in hohem Tone klingenden Körper statt findet. Wären die klingenden Körper so organisirt, dass sie alle verschiedene Noten der Tonleiter anzugeben vermöchten, und könnten sie durch ihre Schwingungen wechselseitig so auf einander wirken, dass sie endlich auf eine gemeinschaftliche Zwischennote zurück kämen, so wäre die Analogie der Mittheilungsart der Wärme und des Schalles vollkommen.“

„Will man,“ setzt Graf Rumford schlieslich hinzu, „nach Annahme dieser Hypothese, noch den durch das Alterthum geheiligten Namen: Feuer, (feu) beibehalten; so muss man darunter eine Flüssigkeit verstehen, die sehr dünn und überaus elastisch ist und in welcher Wärme und Licht verbreitet sind. Im übrigen bleibt dieses Element im Besitze aller seiner Vorzüge, und behält sein ausgebreitetes Reich nach wie vor.“

IV.

U e b e r
*das allgemeine Gesetz für die Expansiv-
kraft des Wasserdampfes durch Wär-
me, nach DALTON's Versuchen;*
*nebst einer
Anwendung dieses Gesetzes auf das Verdun-
sten der Flüssigkeiten,*
v o n
S O L D N E R i n B e r l i n .

Der Leser wird sich aus den letzten Heften der *Annalen* vom verflossnen Jahre, (Band XV, Heft 1 und 2,) der Versuche Dalton's über die Expansivkraft der Dämpfe von Wasser und andern Flüssigkeiten, und über das Verdunsten, vielleicht auch meiner Bemerkungen über sie, erinnern. Schon Dalton hatte in seinen Resultaten ein gesetzmässiges Fortschreiten bemerkt, und vermittelst desselben eine Tabelle über die Expansivkraft der Wasserdämpfe in allen Temperaturen von -40° bis $+325^{\circ}$ F. construirt, welche man in den *Annalen*, XV, 8 — 10, findet, und die durch seine Versuche mit Ätherdämpfen mittelbar bis zu dieser letzten Gränze hinauf bestätigt wurde. Ich äusserte damals, *Annalen*, XV, 37: „es sey gewifs der Mühewerth, zu Dalton's Versuchen das entsprechende Gesetz aufzusuchen; dieses sey indess nicht ganz leicht.“ Herr Soldner in Berlin, ein Gelehrter, von dem als Mathematiker wir viel zu erwarten berechtigt sind, hat sich dieser Nachforschung unterzogen, und folgender Auffatz enthält, als Resultate seiner Untersuchun-

gent, die von ihm aufgefundenen Formeln, welche die Dalton'schen Beobachtungen innerhalb der Gränzen von 32° bis 212° F. in der That sehr glücklich darstellen, und durch die wir, wie es mir scheint, in den Besitz der wahren Gesetze für die Expansivkraft der Dämpfe durch Wärme gesetzt seyn würden, wenn sie auch über jene Gränzen hinaus der Erfahrung eben so gut entsprechen sollten. Dass man, um das Folgende zu verstehen, Dalton's beide Auffäzte zur Hand nehmen muss, braucht kaum erinnert zu werden. d. H.

Aus der Ansicht, welche Dalton in den *Annalen*, XV, 11, von seinen Versuchen giebt, um das allgemeine Gesetz derselben zu zeigen, ergiebt sich: dass, wenn die Temperaturen in arithmetischem Verhältnisse fortschreiten, die dazu gehörigen Expansivkräfte des Wasserdampfs eine Art von geometrischer Reihe bilden, deren Exponenten, (jedes Glied durch sein vorher gehendes dividirt,) ungefähr gleichförmig abnehmen. Vermittelt dieser Eigenschaft der Exponenten lassen sich zwar alle Glieder berechnen; diese Methode ist aber sehr unbequem, weil man, um irgend ein Glied zu finden, erst alle vorher gehende berechnen muss. Ich habe mich bemüht, die Werthe der Tabelle, welche Dalton, (*Annalen*, XV, 11,) aus seinen Versuchen ausgezogen hat, in einer einzigen Formel darzustellen, die jedes Glied unmittelbar giebt. Ich habe zu dem Ende eine beträchtliche Anzahl Formen, welche die Theorie, oder vorerwähnte Eigenschaft der Exponenten zulässt, untersucht;

und dabei habe ich keine gefunden, welche den Beobachtungen so nahe käme, als folgende. Wenn wir die Expanſykraft beim Siedepunkte = E^*) und bei der Temperatur r , (nach Réaumur,) = e setzen, so ist

$$\log. e = \log. E - \frac{(280 - r) (80 - r)}{10280} \quad \text{I}$$

Nach dieser Formel habe ich die folgenden Werthe für e berechnet, und, zur bequemern Ueberſicht, die beobachteten Werthe und die Unterschiede beider hinzu gefügt. Dalton's Tabelle, (*Annalen*, XV, 11,) ist zwar für das Fahrenheititische Thermometer eingerichtet; da aber dafelbst die Angaben von $11\frac{1}{4}$ zu $11\frac{1}{4}^\circ$ Fahr., (= 5 zu 5° Réaum.,) fortſchreiten, so konnte ich unmittelbar Réaumurische Grade setzen. Diese kleine Tabelle habe ich von neuem aus der grossen, (d. s., S. 8,) berechnet, und einige Fehler darin gefunden, die hier verbessert sind und die ein jeder leicht selbst bemerken wird.

Für diejenigen, welche Luft haben sollten, meine Formel noch mit mehrern Angaben in Dalton's groſſer Tabelle zu vergleichen, welche nach Fahrenheititischen Graden berechnet ist, will ich noch meine Formel für dieses Thermometer eingerichtet, herſetzen. Wenn f die Temperatur nach *Fahrenheit* bezeichnet, ist:

$$\log. e = \log. E - \frac{(662 - f) (212 - f)}{52042} \quad \text{II}$$

*) Sie wird hier, aus Gründen, die unten folgen werden, zu 30,13 engl. Zollen angenommen. S.

wo auch $E = 30,15$ zu nehmen ist. Man muss nicht vergessen, dass Dalton nur die Expansivkräfte von 32° bis 212° beobachtet und die übrigen nach seiner Methode berechnet hat; eine Abweichung bei diesen entscheidet also nichts. *)

*) Der Herr Verfasser erlaube mir, hiergegen einen Zweifel zu äussern. Der Theil der Dalton'schen Tabelle, welcher über die Siedehitze des Wassers hinaus fällt, ist nicht von aller Bestätigung durch Versuche entblösst. Zwar ließen sich, nach Dalton's Méthode, keine directen Versuche über die Expansivkraft der Wassertdämpfe in diesen höhern Temperaturen anstellen; durch seine Versuche mit Aetherdampf hat aber Dalton diesen Theil seiner Tabelle wenigstens *mittelbarer Weise* bewährt, wie aus dem erhellt, was er *Annalen*, XV, 15 und 17, anführt. Sein Aether kochte bei 102° F. und ausserte in den Temperaturen von 102° bis 147° F., mit Quecksilber gesperrt, Grad für Grad, genau dieselbe Expansivkraft, welche dem Wassertdampfe nach Dalton's Tabelle von 212° bis 257° zukommt, und zwar in dieser letztern Temperatur eine Expansivkraft von $64'',75$, indess Wassertdampf von 257° Wärme nach Dalton's Tabelle eine Expansivkraft von $64'',82$ Quecksilberhöhe haben soll. Bei 212° Wärme müfste die Expansivkraft des Aetherdampfs mit der des Wassertdampfs von 322° F. überein stimmen; in der That fand sie Dalton durch einen Versuch $137,67$ Quecksilberhöhe, indess nach seiner Tabelle zu 322° Temperatur Wassertdampf gehört, dessen Expansivkraft $137'',28$ beträgt. — Es scheint mir daher, dass wir allerdings berechtigt sind, an eine Formel,

	in engl. Zollen. Beobachtung.	Rechnung.	Differenz.
0	0,200	0,200	0,000
5	0,297	0,297	0,000
10	0,436	0,437	+ 0,001
15	0,630	0,636	+ 0,006
20	0,910	0,915	+ 0,005
25	1,29	1,302	+ 0,01
30	1,83	1,833	0,00
35	2,58	2,550	- 0,03
40	3,50	3,509	+ 0,01
45	4,76	4,774	+ 0,01
50	6,45	6,424	- 0,03
55	8,55	8,547	0,00
60	11,25	11,246	0,00
65	14,6	14,63	+ 0,03
70	18,8	18,82	+ 0,02
75	24,0	23,95	- 0,05
80	30,0	30,13	+ 0,13

Die Differenzen sind hier nur in so viel Decimalstellen angegeben, als Dalton's Tabelle enthält.

Die-

welche uns das wahre Gesetz der Expansivkraft der Wasserdämpfe durch die Wärme geben soll, die Anforderung zu machen, daß sie mit der Dalton'schen Tabelle wenigstens bis zur Temperatur von 322° F. hinauf möglichst nahe zusammen stimme. Dieses thut indess die Formel des Herrn Verfassers nicht. Sie giebt für Temperaturen von 257° und 312° F. Expansivkräfte von $167,48$ und $157,74$ Zoll Quecksilberhöhe, welche um sehr vieles

Diese Abweichungen oder Fehler sind, meines Erachtens, alle innerhalb der Gränze derjenigen, die beim Beobachten unvermeidlich sind. Dies zeigen auch die Sprünge, welche sie machen. Nur der Fehler bei 80° ist etwas beträchtlich. Aber es ist mir wahrscheinlich, dass Dalton die Expansivkraft bei dieser Temperatur nicht unmittelbar beobachtet hat. Er hätte zu dem Zwecke nothwendig um die Röhre an seinem Apparate selbst Feuer machen müssen; und dies ging doch nicht wohl an. Er hat höchst wahrscheinlich so geschlossen: „Bei der Siedehitze muss die Expansivkraft des Wasserdampfes gleich seyn der Barometerhöhe, bei welcher der Siedepunkt des Thermometers bestimmt worden ist. Der Siedepunkt meines Thermometers ist bei 30 Zoll bestimmt worden; also muss bei 212° meines Thermometers die Expansivkraft des Wasserdampfes gleich 30 Zoll seyn.“ Dies ist freilich im Allgemeinen sehr richtig, wir werden aber unten, bei Gelegenheit der Untersuchung über die Temperatur des kochenden Wassers unter

les zu groß sind. Dies mindert nun zwar nicht den Werth und den vielfachen Gebrauch der von dem Herrn Verfasser hier und weiterhin entwickelten Formeln, innerhalb der Gränzen von 32° bis 212° F., lässt aber doch wünschen, dass es ihm gelingen möge, lie dahin abzuändern, dass lie auch jener Anforderung entspreche, liegt anders nicht in der ganzen Form und Ableitung derselben etwas, was diesem entgegen ist.

d. H.

Anal. d. Physik, B. 17. St. 1. J. 1804. S. 5.

D

verschiedenen Barometerhöhen, sehen, dass man auf diese Art die Expansivkraft um 0,22 und noch mehr engl. Zoll unrichtig finden kann. Wenn nun diese Vermuthung gegründet ist, so kann der Fehler 0,13 nicht als solcher betrachtet werden. Man muss übrigens noch in Betrachtung ziehen, dass in dieser Gegend die Expansivkraft so schnell wächst, dass ein Fehler in der Thermometerbeobachtung von $\frac{1}{10}$ Grad R. schon einen Fehler in der Expansivkraft von 0,1 Zoll verursacht. Ueberhaupt, wenn man bedenkt, dass Dalton auf zwei so delicate Dinge, den Stand des Thermometers und die Höhe der Quecksilbersäule, zugleich zu sehen hatte; so wird man gewiss die Uebereinstimmung bewundern. — Nur wünschte ich, dass Dalton bei seinen Versuchen noch auf einen Umstand gehörig Rücksicht genommen hätte, nämlich auf die Temperatur der Quecksilbersäule. Sie muss, zufolge seines Apparats, verschieden erwärmt gewesen seyn; wie aber, das lässt sich nicht angeben. Verschiedene der hier bemerkten Sprünge mögen wohl daher röhren.

Ich habe oben gesagt, dass die von mir angenommene Form mit der von Dalton angegebenen Eigenschaft der Exponenten, dass sie nämlich gleichförmig abnehmen, zusammen hänge; ich muss dies beweisen. Nach Dalton sind die Exponenten von der Form $A - \varepsilon \cdot r$, und zwar für 5° R. Zwischenraum ist $A = 1,485$ und $\varepsilon = 0,003$, (*Annalen*, XV, 11;) ε ist also gegen A sehr

klein. Man kann der Formel No. I die Form geben:

$$\log. e = \log. E - \frac{(360 - 80) \cdot 80}{10280} + \frac{(360 - r) \cdot r}{10280}$$

Man erhält den Exponenten, wenn man ein gewisses e durch sein vorher gehendes dividirt. Es heisse dieses vorher gehende e' , und die dazu gehörige Temperatur $r = 1$, so ist also der Exponent, für einen Grad Zwischenraum, $= \frac{e}{e'}$, und wenn man, der Bequemlichkeit wegen, $360 = n$ und $10280 = m$ setzt,

$$\log. \frac{e}{e'} = \frac{(n - r) \cdot r}{m} - \frac{(n - r + 1) \cdot (r - 1)}{m}$$

$$= \frac{n + 1 - 2r}{m}. \text{ Hieraus ergibt sich der Exponent:}$$

$$\frac{e}{e'} = 10^{\frac{n+1-2r}{m}} = 10^{\frac{n+1}{m}} \cdot 10^{-\frac{2r}{m}},$$

wo 10 die Basis der gewöhnlichen Logarithmen ist.

Löst man nun $10^{-\frac{2r}{m}}$ auf die gewöhnliche Art in eine Reihe auf, so erhält man:

$$\frac{e}{e'} = 10^{\frac{n+1}{m}} \cdot \left\{ 1 - \frac{2r}{m \log. h} + \frac{1}{1 \cdot 2} \left(\frac{2r}{m \log. h} \right)^2 - \frac{1}{1 \cdot 2 \cdot 3} \left(\frac{2r}{m \log. h} \right)^3 + \text{u. f. w.} \right.$$

wo h die Basis der hyperbolischen Logarithmen oder 2,71828 bedeutet.*). Da nun m eine sehr große Zahl ist, so kann man $\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{2r}{m \log. h} \right)^2$ und die

*) Und also $\frac{1}{\log. \text{Brigg. } h}$ der Modulus des Systems der Briggischen Logarithmen ist. — d. H.

höheren Potenzen vernachlässigen, und dann hat man die verlangte Form für den Exponenten. *)

Stellt man allgemeine Betrachtungen über die Formel No. I an, so ergiebt sich daraus, dass die Expansivkraft, oder e , für Grade unter Null immer kleiner wird, dass sie aber nie Null werden kann. Ueber 80° hinaus nimmt e zu bis 180° , von da nimmt es wieder ab, und bei 360 wird es wieder gleich dem beim Eispunkte. Dies ist in der That auffallend; aber es ist nicht bloß eine Eigenschaft meiner Formel, sondern Dalton's Erfahrungen erfordern es schlechterdings. Nach diesen nehmen die Exponenten, so viel man sehen kann, gleichförmig ab, sie müssen also irgendwo 1 und dann kleiner als 1 werden; das heisst, die Expansivkräfte müssen wieder abnehmen. Dalton's Erfahrungen darzustellen, ist hier mein einziger Zweck, dieses Paradoxon, (nach der bisherigen Meinung,) bekümmert mich also nichts. **) In-

*) Nämlich $A = sr$, indem $s = 10^{\frac{m}{n}}$ und $r = \frac{2}{m \cdot \log_{\frac{10}{12}}}$ konstante Grössen sind. d. H.

**) Wenn das von Dalton aus seinen Versuchen abstrahirte und bis zu einer Temperatur von 322° F. hinauf bewährte Gesetz für die Elasticität des Wasserdämpfe auch für alle noch höhere Temperaturen gälte; so würde das Maximum der Elasticität des Wasserdämpfe auf die Temperatur fallen, bei welcher in meiner Formel, in den Annalen, XV, 35, $a - mb = 1$ ist, und in der Temperatur, in welcher $a - mb = 0$ wird, würde die Elasticität

dessen muß ich doch bemerken, daß, wenn man solche allgemeine Betrachtungen machen will, man nicht das Quecksilberthermometer zum Grunde legen muß, sondern wahre Wärme. Da wir aber hierin noch gar nicht im Reinen sind, so ist diese Sache natürlich solchen Schwierigkeiten und Ungewissheiten unterworfen, daß sich über das allgemeine Gesetz der Expansivkraft der Wasserdämpfe, in diesem Sinne genommen, nichts bestimmen läßt. Bloß um die Neugierde zu befriedigen, habe ich doch einen Versuch gemacht. de Lüc hat in sei-

der Wasserdämpfe $30^{\circ} = 1$ engl. Zoll Quecksilberhöhe seyn. Der erste Fall würde folglich statt finden für $m = \frac{a - 1}{b} = \frac{0,425}{0,015} = 16\frac{2}{3}$; der zweite für $m = \frac{a}{b} = \frac{1,25}{0,015} = 83\frac{1}{3}$; mithin der erste Fall $16\frac{2}{3} \cdot 11\frac{1}{4} = 187\frac{1}{2}$ Fahrenheitische, oder $16\frac{2}{3} \cdot 5 = 82\frac{1}{3}$ Reaumürische Grade über den Siedepunkt des Wassers hinaus; der zweite bei $83\frac{1}{3} \cdot 5 = 416\frac{2}{3}$ Reaumürischen Graden über den Siedepunkt des Wassers. Bei $162\frac{1}{3}^{\circ}$ R. würden folglich Wasserdämpfe das Maximum an Elasticität erhalten, und bei $496\frac{2}{3}^{\circ}$ R. würde ihre Elasticität wieder bis zu 1" Quecksilberhöhe herab gekommen seyn. Und diese Expansivkraft bliebe ihnen unveränderlich in allen Temperaturen, welche über diese hinaus geht, weil in den *Facultäten*, welche in meiner Formel die Exponenten für diese Expansivkräfte sind, immer wieder der Factor $a - mb = 0$ vorkommt. Man sieht auch hieraus, wie wenig die Formel des Herrn Verfassers über den Siedepunkt hinaus mit Dalton's Tabelle überein stimmt. d. H.

nen *Récherches sur les modifications de l'Atmosphère*, §. 1107, eine Tabelle zur Vergleichung der Grade des Quecksilberthermometers mit Graden der wahren Wärme geliefert. Dieses Werk ist den Händen aller Physiker; ich habe daher nicht nöthig, hier zu erklären, wo auf sie beruht, sondern bemerke bloß, dass, wenn r Grade des Quecksilberthermometers und w der dazu gehörige Grad der wahren Wärme ist, die Lüc's Tabelle mit hinreichender Genauigkeit durch folgende sehr einfache Formel dargestellt wird:

$$r = w - w \cdot \frac{80 - w}{1080 + w} \text{ und } w = r + r \cdot \frac{80 - r}{1080 + r}.$$

Nach dieser letzten Formel und Dalton's grosser Tabelle habe ich einige Grade der wahren Wärme und die dazu gehörigen Expansivkräfte berechnet. Ich habe gefunden, dass hier keine einzige Form so gut passt, als die $\frac{m w}{n + w}$; und durch eine mühsame Rechnung hat sich ergeben, $m = 9,93$ und $n = 280$, so dass man also hat:

$$\log. e = \log. E - \frac{9,93 \cdot 80}{280 + 80} + \frac{9,93 \cdot w}{280 + w}.$$

Nach dieser Form würde die Expansivkraft nicht wieder abnehmen, sondern ihr Wachsthum sich nur immer verringern, und bei unendlich hoher Temperatur würde sie constant seyn. Folgende Tafel enthält die Vergleichung dieser Formel mit den Beobachtungen.

w	e Beobachtung.	e Rechnung.
0	0,200	0,186
10	0,415	0,410
20	0,836	0,856
30	1,65	1,70
40	3,19	3,25
50	5,91	5,95
60	10,54	10,54
70	18,2	18,1
80	30,0	30,0

Dies stimmt freilich nicht so gut als obige Formel für das Quecksilberthermometer, wie sichs auch, wegen der Ungewissheit, die hier herrscht, erwarten liess. Indessen scheinen mir dessen ungesachtet die Fehler noch so zu seyn, dass gegenwärtige Formel doch das allgemeine Gesetz für die Expansivkraft des Wasser dampfes seyn könnte. Etwas genauer würde alles stimmen, wenn man hier wieder die Expansivkraft bei 80° etwas grösser machen wollte. Aber ich will mich hierbei nicht länger aufhalten, da die Sache von keinem practischen Nutzen ist; wir beobachteten mit dem Quecksilberthermometer,

Einige Anwendungen, und Erweiterung des Gesetzes.

Bei näherer Erwagung der Sache wird man leicht bemerken, dass die Expansivkraft der Wasser dampfe bei der Siedebitze, durch den Druck einer Quecksilbersäule ausgedrückt, nichts anderes ist, als

die Barometerhöhe, bei welcher der Siedepunkt des gebrauchten Thermometers bestimmt worden ist. So z. B. ist der Siedepunkt von Dalton's Thermometer bei der Barometerhöhe von 30 engl. Zoll, (oder eigentlich 30,13 Zoll,) bestimmt worden. Durch diese Bemerkung wird es sehr leicht, die Expansivkraft in jedem beliebigen Maasse auszudrucken. Will man sie z. B. in Mètres haben, und braucht dabei ein Thermometer, dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe $\frac{3}{4} = 0,75$ Mètres bestimmt worden ist; so setzt man bloß in der Formel No. I $E = \frac{3}{4}$.

Ferner ist bekannt, dass eine Flüssigkeit alsdann zum Kochen kommt, wenn die Expansivkraft ihrer Dämpfe dem Drucke der Atmosphäre gleich ist, und dass z. B. das Wasser bei 60° Réaum. kochen würde, wenn der Druck der Atmosphäre nur $11\frac{1}{3}$ engl. Zoll wäre. Unsre Formel dient also auch dazu, den Grad des Thermometers zu bestimmen, bei welchem das Wasser unter einer gegebenen Barometerhöhe kocht. Man entwickelt zu dem Ende bloß r aus der Formel No. I, nachdem man in ihr b statt e und B statt E gesetzt hat; wo B die Barometerhöhe bedeutet, bei welcher der Siedepunkt des Thermometers bestimmt worden ist, und 4 diejenige, bei der in dem gegebenen Falle das Wasser kocht. (Ich bemerke hier ein für alle Mal, dass man M der Folge unter B beständig diese constante Barometerhöhe zu verstehen hat.) Aus I ergiebt sich nun:

$$r = 180 - \sqrt{10000 - 10280 \log \frac{b}{B}}. \quad \text{III}$$

Ich habe hiernach, um Dalton's Angaben zu controliren, einige Beobachtungen der Temperatur des kochenden Wassers von Saussure und de Lüc berechnet, deren Vergleichung hier folgt. Diese beiden Physiker brauchten Thermometer, deren Siedepunkte bei der Barometerhöhe 27 par. Zoll = 5184 Sechzehntel-Linien, bestimmt worden sind; es ist also $B = 5184$.

Namen der Orte.	b in $\frac{1}{16}$ Linien.	r Beob. achtung.	r Rech. nung.	Diffe- renz.
Mont blanc	3086,4	68,993	69,027	+ 0,03
Buet	3775	73,21	73,16	- 0,05
Grénairon	3919	73,93	73,94	+ 0,01
* Plan de Léchaud	4196,5	75,47	75,39	- 0,08
Grasse Chèvre	4414	76,54	76,47	- 0,07
Granges des Fonds	4625	77,45	77,48	+ 0,03
Granges Tournier	4703	77,80	77,85	+ 0,05
* Génève u. Sixt	4979	79,14	79,10	- 0,04
* Génève	5196	80,07	80,05	- 0,02
* Lyon u. Monluel	5290,5	80,47	80,45	- 0,02
* Lyon	5335	80,63	80,64	+ 0,01
* Beaucaire	5413,5	80,93	80,97	+ 0,04
Ibid.	5458	81,09	81,16	+ 0,07
Am' Meere	5496	81,299	81,313	+ 0,01

Die mit einem * bezeichneten Angaben sind ein Mittel aus zwei Beobachtungen. Die erste und letzte Beobachtung sind von Saussure, aus dessen *Voyages dans les Alpes*, Tom. 4, die übrigen von de Lüc und aus dessen *Recherches*, §. 962, genommen.

Man sieht aus dieser Vergleichung, dass die Abweichungen der Rechnung von der Beobachtung hin und her schwanken, und das innerhalb der Gränen der Genauigkeit beim Beobachten. Dalton's Angaben werden also hierdurch auf eine merkwürdige Art bestätigt. Ich muss hier bemerken, dass, wenn man oben in I $E = 30$ annimmt, und den Fehler, der bei 80° steht, auf die andern Temperaturen legt, gegenwärtiges bei weitem nicht so genau stimmt; also noch ein Beweis für die dortige Vermuthung.

De Lü c verichert, a. a. O., §. 88¹, (S. 439, B. 2, der deutschen Uebersetzung,) dass man die Temperatur des kochenden Wassers nicht genauer, als auf höchstens $0^{\circ},06$ Réam. beobachten könne. Im Jahre 1777 hat die Londner Akademie eine Commission niedergesetzt, bei der wieder de Lü c war, die den Auftrag hatte, genauere Untersuchungen über die festen Punkte der Thermometer anzustellen, (siehe *Philos. Transact.*, Vol. 67, p. 816.) Diese Commission hat gefunden, dass öfters an verschiedenen Tagen, an welchen die Barometerhöhe und die übrigen (bemerkten) Umstände genau dieselben waren, das kochende Wasser verschiedene Grade der Hitze erreichte, und dass dieser Unterschied auf $0^{\circ},35$ F. = $0^{\circ},16$ R., ja sogar einmal bis auf $0^{\circ},8$ F. = $0^{\circ},36$ R. ging. Wenn also die Temperatur des kochenden Wassers um $0^{\circ},16$ hin und her schwankt, so kann es an zwei verschiedenen Tagen, wo die Barometerhöhe um $0^{\circ},22$

engl. Zoll verschieden ist; doch dieselbe Temperatur zeigen. Die Commission sagt, sie wisse dies nicht zu erklären.

Wenn ich nicht sehr irre, lässt sich dieses Phänomen, nach unsren jetzigen Einsichten, vielleicht so erklären. Man weiß, dass das kochende Wasser an der Oberfläche des Gefäßes kälter ist, als gegen den Boden, und dass diese Erkältung durch die Verdunstung entsteht. Es ist wahrscheinlich, dass das Wasser, wenn das Kochen fortgehen soll, am Boden in dem Maasse heißer wird, als es sich oben erkaltet; da nun das Thermometer immer nahe an den Boden gehalten wird, so muss es höher steigen, wenn die Verdunstung stärker ist, und umgekehrt. Wir wissen nun durch Dalton's Versuche, dass die Verdunstung eine Function der Temperatur, der Expansivkraft der Dünste in der Atmosphäre und des Luftzuges ist; diese Dinge können an verschiedenen Tagen, ungeachtet die Barometerhöhe dieselbe ist, sehr verschieden seyn, und mithin eine verschiedene Verdunstung bewirken. Am leichtesten und sichersten würde sich dieser Einfluss der Verdunstung durch die Quantität der Verdunstung des kochenden Wassers selbst bestimmen lassen. Je mehr in einer gegebenen Zeit verdunstet, desto höher muss das Thermometer stehen, voraus gesetzt, dass die Kugel nahe am Boden des Gefäßes sich befindet. (Vielleicht ist es auch gerade umgekehrt, ich will durch kein Raisonnement den Beobachtungen vorgreifen, sondern nur dar-

auf aufmerksam machen.) Es wäre sehr zu wünschen, dass hierüber genaue Versuche angestellt würden.

Man könnte vielleicht den obern festen Punkt der Thermometer am sichersten durch die Expansivkraft des Wasserdampfes, im leeren Raum, bestimmen; man müsste dazu eine gewisse Expansivkraft fest setzen.

De Lüc hat, am angeführten Orte, die hier benutzten, und noch mehrere Beobachtungen, ebenfalls schon dazu angewendet, eine allgemeine Methode ausfindig zu machen, nach welcher die Temperatur des unter verschiedenen Barometerhöhen kochenden Wassers zu bestimmen ist. Die Regel, welche er heraus bringt und im §. 961 etwas unmathematisch vorträgt, lässt sich allgemein, und in unsren Zeichen, so ausdrucken:

$$r = 80 + 49,5 \cdot \log. \frac{b}{B}.$$

Um diesen Ausdruck mit dem unsrigen zu vergleichen, muss man den irrationalen Theil von No. III in eine Reihe auflösen. Man findet so:

$$\begin{aligned} r = & 80 + 51,4 \cdot \log. \frac{b}{B} + 13,21 \cdot \left(\log. \frac{b}{B} \right)^2 \\ & + 6,8 \cdot \left(\log. \frac{b}{B} \right)^3 + \text{u. f. w.} \quad \text{IV} \end{aligned}$$

Wenn b und B wenig von einander verschieden sind, so ist $\log. (b : B)$ eine sehr kleine Größe, wovon man das Quadrat und die höhern Potenzen vernachlässigen kann. Den Coefficienten von $\log. (b : B)$ hat de Lüc etwas kleiner gefunden. Dies

kömmt daher: er hat seine Beobachtungen zum Theil auf sehr hohen Bergen angestellt, wo das Quadrat von $\log. (b : B)$ nicht mehr vernachlässigt werden darf; da nun in diesem Falle $b < B$, so ist $\log. (b : B)$ eine negative Größe, das Quadrat davon aber positiv; er musste also, da er den zweiten positiven Terminus wegließ, den ersten negativen etwas zu groß finden.

Es folgt also hieraus, dass de Lü^ca bemerkt hat, dass die Expansivkräfte der Wasserdämpfe in geometrischem Verhältnissefortschreiten. Dass diese Reihe aber nicht genau eine geometrische ist, sondern dass die Exponenten abnehmen, könnten ihm seine Beobachtungen, die nur auf einen kleinen Zwischenraum in der Temperatur eingeschränkt waren, nicht zeigen.

Obige Formeln für die Temperatur des kochenden Wassers braucht man sehr häufig zur Berichtigung des Siedepunkts der Thermometer, wenn dieser bei einer Baromet erhöhe genommen worden ist, die nicht die Normalhöhe ist. In diesem Falle sind b und B immer sehr wenig von einander verschieden, so dass das Quadrat von $\log. (b : B)$ in No. IV ganz unmerklich ist. Man kann hier auch aus eben dem Grunde, anstatt des Coefficienten 51,4 die runde Zahl 50 nehmen, und dann hat man die Formel:

$$r = 80 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}. \quad V$$

Das heißt: wenn der Siedepunkt eines 80theiligen

Thermometers bei der Barometerhöhe b bestimmt worden ist, und er hätte eigentlich bei der Barometerhöhe B bestimmt werden sollen; so muss man an den beobachteten Punkt nicht 80 , sondern den Werth von r setzen, den diese Formel giebt. Für das Celsius'sche oder neue französische 100-theilige Thermometer, dessen zu suchenden Grad ich c nennen will, ist die Formel:

$$c = 100 + 63 \cdot \log \frac{b}{B}.$$

Es wäre, wegen der so nöthigen Gleichförmigkeit der Thermometer, sehr zu wünschen, dass man über einen gewissen Werth von B überein käme. de Lüc hat es zu 27 pariser Zoll angenommen, und Lavoisier und andere pariser Physiker zu 28 Zoll. Dies sind aber beides solche Barometerhöhen, die nur an wenigen, (sehr hohen und sehr tiefen,) Orten vorkommen. Am schicklichsten wäre es gewiss, $B = \frac{3}{4}$ Mètres ($\equiv 27$ Zoll 8,47 Linien parif. Maass $\equiv 29,527$ engl. Zoll,) anzunehmen. Diese Barometerhöhe ist an den meisten Orten der Erde die mittlere und fast überall zu erhalten. Die schon oben erwähnte Commission der Londner Akademie hat ebenfalls die Barometerhöhe 29,5 engl. Zoll fest gesetzt, und so wäre die Vereinigung desto leichter.

Ich will hier noch eine Formel hersetzen, vermittelst deren man die Angaben eines Thermometers auf die eines andern reduciren kann. Es sey B die Barometerhöhe, bei welcher man den Siedepunkt

bestimmt wissen will; ein Thermometer aber, dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe b bestimmt worden, zeigte bei einer gewissen Beobachtung ϵ Grade; man will wissen, wie viel dies nach dem verlangten Thermometer macht, wo ich den zugehörigen Grad x nennen will. — Dann ist:

$$x = \epsilon + \frac{1}{8} \cdot \epsilon \cdot \log \frac{b}{B}.$$

Z. B. bei einer gewissen Beobachtung zeigte ein Thermometer, (gleich viel, ob Réaum. oder Celsius,) dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe $0,72$ Mètres $= b$ bestimmt worden, $96 = \epsilon$ Grade; man will wissen, wie viel dies nach einem Thermometer macht, dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe $\frac{3}{4} = 0,75$ Mètres $= B$ genommen worden: so findet man, aus dieser Formel, $x = 94,92$. Es muss bemerkt werden, dass diese Formel allgemein ist und für jede Abtheilung zwischen den zwei festen Punkten gilt.

Nach dieser, wie ich hoffe, nicht ganz unnützen, Abschweifung wollen wir wieder zu Dalton's Beobachtungen zurück kehren.

Das Bisherige gilt bloß von den Wasserdämpfen; er fragt aber Seite 13, zuviel seiner Versuche sey „bei gleichen Temperaturunterschieden der Unterschied in der Expansivkraft der Dämpfe aller Flüssigkeiten gleich, in so fern von Temperaturen an gerechnet wird, bei welchen beide Dampfarten dieselbe Expansivkraft haben.“ Eine solche Tem-

peratur, bei welcher die Expansivkraft der Dämpfe von allen Flüssigkeiten gleich ist, ist nun nach dem vorher gehenden die, bei welcher eine gegebene Flüssigkeit, unter dem Drucke der Atmosphäre, (in unseren Formeln immer B ,) kocht. Dies heißt also in einem Beispiele so: wenn man eine Dampfart hätte, deren Expansivkraft schon bei 65° der des Wassers bei 80° , nämlich 30 Zoll, gleich wäre, so würde die Expansivkraft dieser neuen Dampfart bei 45° , (20 weniger,) schon gleich seyn der des Wasserdampfes bei 60° , ($= 80 - 20$), nämlich 11½ Zoll. Nennt man den Grad, bei welchem eine gegebene Flüssigkeit, nach unserm Thermometer, kocht, R , so wird man durch einiges Nachdenken finden, daß man, um dieses von Dalton angegebene allgemeine Gesetz in der Formel I auszudrucken, in ihr, anstatt des dortigen r , nur $80 - (R - r)$ setzen darf. Hierdurch wird man finden:

$$\log. e = \log. E - \frac{(200 + R - r)(R - r)}{10280} \quad VI$$

Dies ist nun der *allgemeine Ausdruck* und gibt die Expansivkraft jeder Dampfart für jede Temperatur r , so bald man nur weiß, bei welcher Temperatur R , (unter dem hier immer angenommenen Drucke $B = E$,) die Flüssigkeit kocht, aus welcher sie entstanden ist. Will man z. B. die Expansivkraft des Dampfes aus Alkohol, der, nach Dalton, unter dem Drucke 30 Zoll bei $63^\circ,5$ kocht, für eine Temperatur r bestimmen, so setzt man bloß

R

$R = 63^{\circ},5$ und $E = 30$. Bei Wasser ist natürlich $R = 80$.

Hier nach lässt sich nun auch die Formel III allgemein ausdrucken; sie ist so:

$$r = R + 100 - \sqrt{10000 - 10280 \cdot \log \frac{b}{B}}. \quad \text{VII}$$

Das heißt: wenn irgend eine Flüssigkeit unter der Barometerhöhe B bei der Temperatur R kocht, so kocht sie unter der Barometerhöhe b bei der Temperatur r .

Will man anstatt des Réaumürischen lieber das Celsius'sche oder 100theilige Thermometer gebrauchen, und nennt den Grad an diesem Thermometer, bei welchem irgend eine Flüssigkeit kocht, C , und den andern gegebenen c , so setzt man in den vorher gebenden Formeln $\frac{4}{5} \cdot c$ anstatt r , und $\frac{4}{5} \cdot C$ anstatt R ; man wird dann erhalten, anstatt der Formel VI:

$$\log e = E - \frac{(250 + C - c)(C - c)}{16062}, \quad \text{VIII}$$

und anstatt der Formel VII:

$$c = C + 125 - \sqrt{15625 - 16062 \cdot \log \frac{b}{B}}. \quad \text{IX}$$

Setzt man $C = 100$, so erhält man die übrigen einfachern Formeln, die nur für Wasser gelten.

Anwendung des Bisherigen auf die Verdunstung der Flüssigkeiten.

Dalton hat gefunden, dass die Verdunstung des Wassers, in trockener Luft, bei verschiedenen Temperaturen genau im Verhältnisse der Expansion

Annal. d. Physik. B. 17. St. 1. J. 1804. St. 5.

E

kraft des Wasserdampfes bei diesen Temperaturen steht. Das heisst, wenn man bei der Siedehitze die Expansivkraft E und die Verdunstung V , und bei der Temperatur r die Expansivkraft e und die Verdunstung v nennt: so ist allezeit:

$$v : V = e : E. \quad X$$

Wenn man also weiss, wie viel Wasser, während einer gewissen Zeit, bei der Temperatur 80° verdunstet, nämlich V ; so hat man die Verdunstung v bei der Temperatur r , in eben derselben Zeit, durch die Gleichung:

$$\log. v = \log. V - \frac{(280 - r)}{10280} \frac{(80 - r)}{.} \quad XI$$

Dieses V hat Dalton, nach Verschiedenheit des Windes, verschieden gefunden. Es verdunsten nämlich, während einer Minute, aus einem runden Gefässe, dessen Durchmesser 6 Zoll ist, bei Vermeidung alles Luftzugs 120 engl. Gran, bei mässigem Winde 154 Gran und bei starkem Winde 189 Gran.

Da die englischen Maasse und Gewichte außer diesem Lande nicht üblich sind, so will ich diese Angaben auf den Mètre und das Gramme reduciren. Ein Verdunstungsmesser zu meteorologischen Beobachtungen wird sehr bequem seyn, wenn man ihm einen Durchmesser von 0,2 Mètres giebt. (Die runde Form ist dem Quadrate vorzuziehen, weil bei dieser Form der Wind sich nicht, wie beim Quadrate, an den Ecken stößt, sondern immer gleichförmig über das Gefäß weggeht, er mag kommen,

von welcher Seite er will.) Nun sind 6 engl. Zoll
 $= 0,1524$ Mètres; man muss also, da sich die Ver-
dunstungen wie die Oberflächen verhalten, die Zah-
len 120, 154 und 189 mit der Zahl $(\frac{0,1524}{0,2})^2$
 $= (\frac{2000}{1524})^2$ multipliciren, um sie auf einen Ver-
dunstungsmesser von 0,2 Mètres im Diameter zu
reduciren. Und da ferner, den Angaben in den
Mém. de l'Academie des Sciences, An 1767, zufol-
ge, 1 engl. Gran $= 0,064743$ Gramme ist, so
müssen jene Zahlen mit $(\frac{2000}{1524})^2 \cdot 0,064743$ multi-
plicirt werden, um sie auf einen Verdunstungsmes-
ser von 0,2 Mètre im Durchmesser und auf Gram-
mes zu reduciren. Man wird so folgende Werthe
für v finden. Aus einem runden Gefäse von 0,2
Mètre im Diameter verdunsten in 1 Minute, bei
Vermeidung des Luftzugs, 13,380 Gramme, bei
mäfsigem Winde 17,171 Gramme, und bei starkem
Winde 21,074 Gramme.

Die Formel No. XI stellt nun die von Dalton
verfertigte Tabelle, (*Annalen*, XV, 133,) dar.
Es ist unnöthig, sie hier erst mit dieser Tabelle zu
vergleichen, um die Uebereinstimmung mit ihr dar-
zuthun; es liegt in der Natur der Sache, dass sie
in eben dem Grade damit stimmen muss, wie No.
I mit der Expansivkraft.

Dalton hat ferner gefunden, dass die Ver-
dunstung aller Flüssigkeiten im constanten Verhält-
nisse der Expansivkraft ihrer Därapfe erfolgt; und

zwar so, (wie aus Seite 137 folgt,) dass bei ihrem Kochen die Verdunstung eben so stark ist, als die des kochenden Wassers. Es lässt sich also die Verdunstung jeder Flüssigkeit in der Formel No. VI darstellen. Es sey die Verdunstung des kochenden Wassers in 1 Minute v , die Verdunstung einer Flüssigkeit, die bei der Temperatur R kocht, sey bei der Temperatur r , in derselben Zeit, v ; so ist also:

$$\log. v = \log. V - \frac{(200 + R - r) (R - r)}{10280} \quad \text{XII}$$

Dies wäre also, nach Dalton, das *Gesetz der Verdunstung der Flüssigkeiten in trockener Luft.*

Aber Dalton hat hierbei einen sehr wichtigen Umstand vergessen, nämlich den Einfluss der verschiedenen Dichte der Luft, oder des Barometerstandes, auf die Verdunstung. Wie er die Sache vorträgt, scheint die Verdunstung nur allein von der Temperatur abzuhängen; dies ist aber nicht möglich. Wenn man z. B. Wasser von der Temperatur 60° unter eine Luftpumpe setzt, und die Luft gehörig auspumpt, oder wenn man es auf einen sehr hohen Berg bringt, so wird es kochen; sollte es bei diesem Kochen nicht stärker verdunsten, als vorher in freier Luft und als es der Temperatur von 60° an der Erdoberfläche zukommt? Will man dieses läugnen, so widerspricht man geradezu der obigen Erfahrung, nach welcher alle Flüssigkeiten bei ihrem Kochen gleich stark verdunsten. Es ist um so mehr zu verwundern, dass

Dalton diesen Umstand übersehen hat, da selbst nach seiner physikalischen Theorie der Verdunstung, (S. 127,) die Dichte der Luft grossen Einfluss darauf haben müsste. Glücklicher Weise setzen uns Dalton's Versuche selbst in den Stand, diese wichtige Lücke auszufüllen; und ungeachtet es den Anschein hat, als würde dadurch die Sache sehr verwickelt werden, so wird sie nur noch zusammen hängender, und in so fern einfacher, wie wir gleich sehen werden. *)

Dalton hat gefunden, dass die Verdunstung aller Flüssigkeiten bei ihrem Kochen gleich, und, von dieser Temperatur an gerechnet, der Expansivkraft ihrer Dämpfe proportional ist. Man braucht also, um auf den Einfluss Rücksicht zu nehmen, welchen die verschiedenen Barometerhöhen auf die Verdunstung der Flüssigkeiten haben, nur in der Formel No. XII das R , bei einer und derselben Flüssigkeit, nicht constant, sondern der jedesmaligen Barometerhöhe gemäss anzunehmen. Man darf demnach bei Wasser z. B. nur dann $R = 80$ setzen, oder die Formel No. XI brauchen, wenn während des Versuchs die Barometerhöhe der gleich war, bei welcher der Siedepunkt des Thermometers bestimmt worden ist. Wasser auf eine so grosse Höhe gebracht, wo es bei derselben Tempera-

*) In dieser Abweichung von Dalton kann ich nicht anders, als dem Herrn Verf. beistimmen.

d. H.

tur kocht, als Weingeist auf der Pläne, wird daselbst eben so verdunsten, wie Weingeist bei gleichen Temperaturen unten. Will man die Verdunstung des Wassers auf dem Monthlanc untersuchen, wo es bei 69° kocht, so muss $R = 69^{\circ}$, und nicht 80 gesetzt werden.

Wenn man die Barometerhöhe weiß, so braucht man R nicht unmittelbar zu beobachten, sondern man berechnet es durch die Formel No. III. Da man aber dergleichen Beobachtungen selten an so sehr hohen Orten machen wird, so findet man R mit hinreichender Genauigkeit aus der Gleichung $R = 80 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}$. Setzt man diesen Werth in die Formel No. XII, so hat man:

$$\text{XIII} \quad \log. v = \log. V -$$

$$\frac{(280 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B} - r) (80 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B} - r)}{10280}$$

Das heißt: wenn v die Verdunstung des kochenden Wassers ist, und man braucht ein Thermometer, dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe B bestimmt worden, so ist die Verdunstung des Wassers, bei der Barometerhöhe b und der Temperatur r , u. Oder ganz allgemein: wenn G der Grad ist, bei welchem irgend eine Flüssigkeit unter der constanten Barometerhöhe B , (die immer die des Siedepunkts des Thermometers ist,) kocht, so hat man aus No. VII $R = G + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}$; und daher die Verdunstung dieser Flüssigkeit, bei der Baro-

metethöhe b und der Temperatur r , durch die Gleichung: XIV $\log. v = \log. V -$

$$\frac{(200 + G + 50 \cdot \log. \frac{b}{B} - r) (G + 50 \cdot \log. \frac{b}{B} - r)}{10980},$$

wo für Wasser immer $G = 80$ ist.

Dalton's Tabelle für die Verdunstung des Wassers ist also nicht allgemein, sondern sie gilt nur für den Barometerstand 30 engl. Zoll, bei dem er den Siedepunkt seines Thermometers bestimmt hat.

Das Bisherige gilt bloß für die Verdunstung der Flüssigkeiten in ganz trockener Luft, in feuchter hat Dalton das Gesetz gefunden: „Die Kraft der Verdunstung ist immer gleich der Expansivkraft des Dampfes aus dem verdunstenden Wasser, weniger der Expansivkraft des schon in der Atmosphäre vorhandenen Wasserdampfes.“

Hier braucht man nun die Expansivkraft des Wasserdampfes, bei der Verdunstung des Wassers, in freier Luft. Hier gilt nicht die Formel I, sondern diese Expansivkraft hängt auch von der Barometerhöhe ab. Denn die Expansivkraft beim Kochen muss der jedesmähligen Barometerhöhe (b) gleich seyn; und da wir immer ein Thermometer voraus setzen, dessen Siedepunkt bei der Barometerhöhe B bestimmt worden, so muss auch im zweiten Theile der Formel I unser R , (welches $= 80 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}$) anstatt 80 gesetzt werden. Wenn

nun ϵ die Expanstivkraft des Wasserdampfes in freier Luft bei der Temperatur r ist, so ist:

$$\log. \epsilon = \log. b - \frac{(200 + R - r) (R - r)}{10280} . \quad \text{XV}$$

Um die Expanstivkraft derjenigen Wasserdämpfe zu finden, welche schon in der Atmosphäre verbreitet sind, muss man wissen, bei welcher Temperatur, als Minimum, sie noch eine solche Expanstivkraft haben, dass sie sich halten können; oder, mit andern Worten, bei welcher Temperatur sie sich wieder condensiren. (Wenn nämlich eine gewisse Quantität Wasserdämpfe einmahl in der Luft verbreitet ist, so behalten sie, bei Temperaturen, die nicht zu sehr von einander verschieden sind, sehr nahe dieselbe Expanstivkraft; indem sie alsdann, nach Gay-Lussac und Dalton, durch Wärme nicht stärker als Luft selbst dilatirt werden. Aus dieser bekannten Dilatation könnte man die Veränderung der Expanstivkraft berechnen; da aber, nach Dalton, der Condensationspunkt nur höchstens 10° F. $= 45^{\circ}$ R. von der Temperatur der Atmosphäre verschieden ist, so übergehe ich diese Correction. *)) Um diese Temperatur zu finden, hat Dalton eine sehr einfache Methode,

*)) Will man sie doch anbringen, so heisst die Formel XVI so:

$$\log. \epsilon = \log. b \left(1 + \frac{r - G}{210} \right) - \frac{(2000 + R - G) (R - G)}{10280},$$

wo r die Temperatur der Luft, und der Divisor 210 nach Gay-Lussac ist. S.

(vielleicht das einzige Hygrometer,) erfunden, die man Seite 29 nachlesen muss. Weiß man diese Temperatur, die ich künftig immer G nennen werde, so kann man die Expansivkraft ε der Dämpfe in der Atmosphäre durch die vorige Gleichung finden; indem man daselbst G für r setzt; oder man hat:

$$\log. \epsilon = \log. b - \frac{(200 + R - G)(R - G)}{10280}. \quad \text{XVI}$$

Dalton's Methode, die Expansivkraft der Dämpfe in der Luft zu finden, gilt ebenfalls nur bei der Barometerhöhe 30 Zoll.

Es ist also, nach dem Bisherigen, die Kraft der Verdunstung in feuchter Luft $\equiv \epsilon - \nu$. Da sich nun, nach X, die Verdunstungen wie die Expansivkräfte verhalten, so ist die wirkliche Verdunstung $= V \cdot \frac{\epsilon - \nu}{b}$. Ist nun ν die Verdunstung bei der Temperatur r und φ die bei der Temperatur G, so ist, (nach X,) $\frac{\nu}{b} = \frac{v}{V}$ und $\frac{\epsilon - \nu}{b} = \frac{\phi}{V}$; es ist also in feuchter Luft die Verdunstung $= v - \phi$. Hieraus fließt nun folgende Regel: „Nach der Formel No. XII berechnet man mit r die Verdunstung ν, und mit G die Verdunstung φ, so hat man v - φ, oder die Verdunstung in feuchter Luft.“ Am bequemsten kann dies so berechnet werden: man setzt

$$3 - \frac{(200 + R - r)(R - r)}{10280} = \log. m \text{ und}$$

$$3 - \frac{(200 + R - G)(R - G)}{10280} = \log. n,$$

$$\text{so ist } v - \phi = V \frac{m - n}{1000}, \quad \text{XVII}$$

wo $R = 80 + 50 \cdot \log. \frac{b}{B}$ ist, wenn b die jedes-

mähige Barometerhöhe und B die des Siedepunkts des gebrauchten Thermometers bedeutet, im Falle die verdunstete Flüssigkeit Wasser ist. Ist sie dagegen irgend eine andere, so setzt man in dem Werthe für m , $R = G + 50 \cdot \log \frac{b}{B}$. In dem Werthe für n bleibt auch in diesem Falle der erste Werth für R , weil man voraus setzt, die Dämpfe in der Atmosphäre seyen bloß Wasserdämpfe.

Dies wäre also die vollständige Theorie der Verdunstung. Wir wollen nun vermittelst unsrer Formeln die zwei Aufgaben auflösen, welche Dalton S. 135 durch seine Tabellen aufgelöst hat.

Aufgabe I. Die Temperatur G , bei welcher die wässrige Atmosphäre sich zu condensiren anfängt, und die Temperatur der Luft n , (es wird voraus gesetzt, sie sey mit der des verdunstenden Wassers einerlei,) seyen gegeben; die Menge Wasser zu finden, welche aus einem cylindrischen Gefäße von 6 Zoll im Diameter in 1 Minute verdunstet, $v - \phi$.

Auflösung. Diese Aufgabe haben wir so eben aufgelöst; wir wollen hier nur das von Dalton gewählte Beispiel berechnen. Wir wollen voraus setzen, die Barometerhöhe sey 30 Zoll, so dass also nach Dalton's Thermometer, $R = 80$ wird. Es sey nun ferner, wie am angeführten Orte, $G = 52^\circ$ F. = $8\frac{2}{3}$ R., $r = 66$ F. = $15\frac{1}{3}$ R.; und, da ein mässiger Wind herrschen soll, $v = 154$ Gr. Mit diesem r ergiebt sich $m = 21,2805$,

und mit $G = 13,3232$, und so findet sich $v - \varphi = 1,225$ Gran. Dalton hat vermittelst seiner Tabelle gefunden, $v - \varphi = 1,21$ Gran. Der Unterschied ist ganz unbeträchtlich und röhrt von der Abweichung der Formel No. I von der dortigen Tabelle her.

Aufgabe II. Es sey durch einen Versuch die Größe der Verdunstung in 1 Minute, die w heissen soll, die Temperatur der Luft r , und die Barometerhöhe b bekannt; den Punkt der Condensation G der wässerigen Atmosphäre und ihre Expansivkraft ϵ zu finden.

Auflösung. Man suche erst die Verdunstung v , die in vollkommen trockener Luft bei der Temperatur r und der Barometerhöhe b erfolgt seyn würde, durch die Gleichung No. XII, wo R den bekannten Werth hat. Dann hat man, den vorher gehenden Sätzen gemäß:

$$G = R + 100 - \sqrt{10000 + 10280 \cdot \log. \frac{v}{v-w}}, \text{ XVIII}$$

und $\epsilon = b \cdot \frac{v-w}{v}$, oder $\log. \epsilon = \log. b - \log. \frac{v}{v-w}$.

Beispiel. Anstatt des hier von Dalton fingirten Beispiels wollen wir ein wirkliches, aus dessen meteorologischen Beobachtungen, (*Annalen*, XV, 204,) nehmen. Im August 1801 war die mittlere Verdunstung in 1 Minute 0,91 Gran = w , die mittlere Temperatur war, (aus Mittag und Mitternacht Beobacht.,) $63^\circ = F = 13\frac{7}{9} R = r$, die mittlere Barometerhöhe 29,88 Zoll = b . Der Verdunstungsmesser steht sehr frei, man muß daher

$P = 189$ Gran annehmen. Dalton hat den Siedepunkt seines Thermometers bei 30 Zoll bestimmt, es ist also $B = 30$.

Mit diesen Datis findet man $R = 79^{\circ},913$, und dann $v = 3,667$ Gran, $G = 9^{\circ},99 = 54,48$ Fahr. und $\epsilon = 0,436$ Zoll. Dalton hat, vermittelst seiner Tabellen, gefunden; $G = 54^{\circ},3$ F. und $\epsilon = 0,433$. Der Unterschied röhrt theils von der Abweichung der Formel I von Dalton's Tabelle, theils, und vorzüglich, daher, dass Dalton keine Rücksicht auf die Barometerhöhe genommen hat. Nach der wirklichen Beobachtung, die man für sehr genau zu halten hat, da sie ein Mittel aus einem ganzen Monate ist, war aber $G = 54^{\circ},5$ F., also fast vollkommen so, wie unsre Rechnung es angiebt.

Bestimmung der Quantität der Verdunstung beim Kochen des Wassers.

Da vermutlich mehrere Physiker die Verdunstung des kochenden Wassers untersuchen werden, so wird es nicht unnütz seyn, hier das dabei nöthige Verfahren zu zeigen. Bei diesen Versuchen muss das Gefäss mit Wasser auf einer genauen Wage gewogen werden; es darf daher, und auch schon des Kochens wegen, nicht zu gross seyn. Sehr schicklich wird es seyn, demselben einen Durchmesser von 0,1 Mètre zu geben. (Das von Dalton hierzu angewandte hatte 3,25 engl. Zoll im Durchmesser.) Man braucht dann die damit gefundenen Verdun-

ftungen, um sie auf ein Gefäß von 0,2 Mètre zu reduciren, nur mit 4 zu multipliciren; weil $(0,1)^2 : (0,2)^2 = 1 : 4$.

Da, nach Dalton, die Verdunstung aller Flüssigkeiten bei ihrem Kochen, und also auch die des Wassers, wenn es bei verschiedenen Barometerhöhen kocht, gleich ist; so ist es, in Rücksicht auf die Verdunstung in trockener Luft, einerlei, bei welcher Barometerhöhe der Versuch angestellt wird. Aber weil der Versuch immer in mehr oder weniger feuchter Luft unternommen werden muß, und man doch die Verdunstung V in ganz trockener Luft haben will, so wird die Verdunstung etwas zu geringe gefunden werden.

Wenn die in feuchter Luft gefundene Verdunstung V' heißtt und die wahre in trockener Luft V , und wenn während des Versuchs der Condensationspunkt G ist; so findet man, vermittelst der Gleichung XVII und der dertigen Hülfsgrößen m und n , $V = V' \cdot \frac{1000}{m-n}$. Aber in diesem Falle muß immer die Temperatur des verdunstenden Wassers, oder r , (weil es kocht,) $= R$ seyn; es ist also beständig $\log. m = 3$, daher $m = 1000$, und folglich:

$$V = V' \cdot \frac{1000}{1000-n}.$$

Für die Grösse n muß R entweder unmittelbar beobachtet oder nach No. V berechnet werden; wo, wie bekannt, b die Barometerhöhe während

des Versuchs, und B die des Siedepunkts des Thermometers bedeutet.

Da die Sache noch neu ist, so wird es gut seyn, wenn ich ein Beispiel einer solchen Berichtigung hersetze. Gesetzt, man habe die Verdunstung des kochenden Wassers aus einem Gefäſſe von 0,1 Mètre im Diameter, während einer Minute, 4 Grammes = V' gefunden. An dem Tage und dem Orte sey die Barometerhöhe 0,7 Mètre = b gewesen, der Siedepunkt des Thermometers sey bei 0,75 Mètres = B bestimmt worden, und der Condensationspunkt der Dünste in der Luft möge 15° = G gewesen seyn. Mit b und B findet man R = 78°,5; und dann n = 23,552, und endlich V = 4,0965 Gramme; macht für einen Verdunstungsmesser von 0,2 Mètres 8,386 Gramme. Der Unterschied ist also gar nicht unbeträchtlich. Dalton erwähnt diese Berichtigung gar nicht; und da ich den Condensationspunkt und die Barometerhöhe während seines Versuchs nicht weiß, so kann ich sie hier auch nicht nachholen. Indessen hat er doch bei der Tabelle Seite 133 die Zahlen 120, u. s. w., etwas gröſſer angegeben, als sie nach den Versuchen seyn sollten; er hat also doch, vielleicht bloß empirisch, darauf Rücksicht genommen.

Allgemeines Resultat.

Wenn irgend eine Flüssigkeit unter dem Drucke β kocht, so hat sie bei dieser Temperatur eine Ex-

panstikraft β und eine Verdunstung V , welches V durch Versuche gefunden werden muss, und für alle Flüssigkeiten dasselbe ist. Wenn dann bei irgend einer andern Temperatur, die um u Grade unter der vorigen ist, (wenn es darüber ist, so ist u negativ,) die Expansivkraft e , und die Verdunstung v heißt; so findet immer die Gleichung Statt:

$$\log. \frac{\beta}{\beta} = \log. \frac{V}{v} = \frac{(200+u) u}{10280}, \dots$$

und zwar u in solchen Wärmeräumen, nach dem Gesetze der Dilatation des Quecksilbers ausgedrückt, deren der Wärmeraum vom Eispunkte des Wassers bis zu dessen Siedepunkte, unter der Barometerhöhe β , 80 enthält.

Dieses *allgemeine Gesetz* folgt aus Dalton's Beobachtungen. Es ist zu natürlich, und die einzelnen Theile desselben hängen zu genau zusammen, als daß man Ursache hätte, es zu bezweifeln. Aber nie muß man, in einer empirischen Wissenschaft, es für überflüssig halten, „gefundene That-sachen noch weiter zu bestätigen; und daher wäre es zu wünschen, daß auch über diesen Gegenstand noch fernere Versuche ange stellt würden. Indessen kann ich doch, aus Liebe zur Wissenschaft, den Wunsch nicht unterdrücken, daß diese Versuche mit grosser Sorgfalt, sehr genauen Instrumenten, und — vorzüglich ohne Vorurtheil — ange stellt werden möchten. Man kann z. B. die vermutliche Natur und die Eigenschaften des Wärmetoffs, (eines Dinges, welches niemand kennt,) fürs erste hier ganz gut aus dem Spiele lassen.

Ueberhaupt, es wäre sehr zu wünschen, daß Phyziker sich bloß damit begnügten, die Modificationen der Körper, welche ihre gegenseitigen Wirkungen unter diesen und jenen Umständen hervor bringen, und die Gesetze dieser Modificationen, zu erforschen; die Raisonnements über die Eigenschaften der Materie an sich, (Ursachen dieser Wechselwirkung,) könnten sie füglich den Philosophen *à la Descartes* überlassen. Diejenigen so genannten physikalischen Erklärungen der Phänomene, wozu man Wärmestoff, Lichtstoff, Feuerstoff, Gravitationsstoff, (le Sage's *Corpuscules gravifiques*,) und wer weiß was noch für Phantoms erschaffen muss, Ichaden der Wissenschaft unendlich viel. Man bildet sich ein, durch solche Dinge etwas zu wissen, und weiß nichts. Gerade dies ist es, was zur Zeit der Scholastiker den Wissenschaften so sehr im Wege stand, und sie zu leeren Grillenfängerien herab würdigte. Es wäre, um nur ein Beispiel anzuführen, viel besser gewesen, man hätte vor Torricelli aufrichtig gestanden, man wisse nicht zu erklären, warum eine Saugpumpe Wasser zieht, als daß man es einer *fuga vacui* zugeschrieben hat; die Wahrheit wäre so vielleicht tausend Jahre früher an den Tag gekommen.

Diese *fuga vacui* ist, als eine *qualitas occulta*, die man heut zu Tage nicht mehr annimmt, in sehr übeln Ruf gekommen. Um ihr wieder Credit zu verschaffen, müßte man sie modernisiren und eine

mater-

materia occulta daraus machen; man könnte sie dann, unsren grossen deutschen Puristen zu gefallen, *Gegenleerheitsstoff* nennen. Die Sache scheint freilich nicht ohne Schwierigkeit zu seyn: da aber einige Physiker gemeint haben, der Wärmetstoff sey absolut leicht, und andere sogar der Meinung waren, er sey negativ schwer; so hat man es wohl mit den occulten Materien nicht so genau zu nehmen, als mit den andern, bei denen man Schwere für eine *conditio sine qua non* hält.

V.

Auf der Reise.

B E M E R K U N G E N

über

DALTON's Versuche über die Expansivkräfte luft- und dampfförmiger Flüssigkeiten, und über die für die Hygrometrie und Eudiometrie daraus gezogenen Folgerungen,

vom

Hofrat b. P A R R O T,
Prof. der Physik auf der Universität zu Dörpat.

Der Schreck, hochgeehrtester Freund, den Sie mir mit Dalton's Versuchen und Lehrsätzen einjagen wollten, ist, Gottlob! vorbei. *) Auf meiner Schulreise, die ich Ihnen im letzten Briefe ankündigte, erhalte ich von Freund Grindel die mir noch damahls fehlenden Hefte Ihrer Annalen. Auf der Reise erhalte ich sie; auf der Reise will ich es versuchen, über diese Materie noch mehr Licht zu verbreiten, und halten Sie es dem Freunde der Wahrheit zu gute, wenn er seinem Freunde vielleicht widersprechen muss. **)

*) Dies bezieht sich auf eine vorläufige Nachricht von Dalton's Versuchen in einem meiner Briefe an Herrn Prof. Parrot. d. H.

**) Herrn Prof. Parrot zu einer solchen Wider-

richtig prophezeigte;
richtig experimentirt;
ganz richtig, so sind
nicht legitim.

ceptionen erweisen,
schäfte es erlauben,
alischen Gewissen,
Sie folche Ketze-
en auf den deut-
schen konnten. *)
dit warnten; ich
te ich ungehört

in Zweck der
on's Abhand-
le erhellt, war
V, der Anna-
ef schrieb.

d. H.

chungen be-
n mich und
Versuche
Allgemei-
er im Ur-
Aufläzen
gerechtigt
Professor
if einen
großen
wärtiger
ie seine

Ich nehme demnach das erste Stück des XVten Bandes Ihrer Annalen zur Hand, wo die Versuche Dalton's erzählt werden; dann werde ich die in derselben Abhandlung und in der des XIIIten Bandes angeführten und gezogenen Schlüsse in Ansprache nehmen.

1. Von den Versuchen Dalton's.

Die Füllung von Dalton's Barometer ist, in meinen Augen wenigstens, verdächtig. Wenn das Quecksilber auch noch so gut ausgekocht ist, so kann man es doch in der Höhre nicht als durchaus luftfrei ansehen, denn das Hineingießen desselben in die Röhre bringt es in sehr genaue und umständliche Berührung mit der Luft, wo es Gelegenheit hat, sich damit zu verbinden. Ich habe eine Art

eigne Theorie angreifen, besonders heraus hebt „Meine Sätze“, (schreibt mir Herr Prof. Parrot in einem andern Briefe,) „beruhen auf unmittelbaren Erfahrungen. Sie vertragen sich mit Dalton's Versuchen, einen einzigen ausgenommen, welcher Dämpfe unter dem Frostpunkte anzeigt, und dessen Fehler ich gezeigt habe, recht gut. Aber Dalton's Hypothesen widersprechen allen meinen Erfahrungen, die ungleich zahlreicher und vielseitiger sind, und selbst mit allen vorher gehenden Erfahrungen Priestley's, Fontana's, de Lüc's und Saussüre's auf das Schönste harmoniren. Wir sind also in offner gelehrter Fehde, und ich freue mich darüber. — — —“

d. M.

von Baader'scher Luftpumpe, deren ich mich bediene, um die Luft, die sich bei Aufhebung des Drucks der Luft vom Quecksilber entwickelt, durch Entzündung mit Phosphor recht sichtbar zu machen. Auch wenn das Quecksilber vorher ansgekocht war, habe ich ein beträchtliches Leuchten des Phosphors wahrgenommen. Man weiß ohne dies, dass minder gut ausgekochte Barometer im Dunkeln leuchten durch die Friction des Quecksilbers, welches ohne Sauerstoffluft nicht geschieht. Ich halte es also für unmöglich, mit Dalton's Füllungsart ein luftfreies Barometer zu erhalten. Sein Versuch, dass bei Neigung des Barometers das äusserste Ende sich mit dem schwimmenden Wasser anfüllt, beweiset gar nichts. Es ist ohnehin schon gezeigt worden, (der Name des Autors entfällt mir, und ich habe keine Bücher bei der Hand,) dass man durch ausköchen der Flüssigkeiten im luftleeren Raume mehr Luft aus denselben zieht, als durch kochen im luftvollen Raume. Angenommen, dass also noch etwas Luft im Dalton'schen Barometer war, so müsste diese Luft bei dem Neigen, das heißt, bei Wiederherstellung des atmosphärischen Drucks, vom Quecksilber und noch mehr vom Wasser jedes Mahl verschluckt und beim Aufrechthalten wieder frei werden. Wir müssen also voraus setzen, dass bei den nachherigen Anzeigen und Zahlen Dalton's sich immer eine, C, befindet, die alle Resultate seiner Versuche erhöhet. Dalton selbst musste das gefühlt haben; sonst hätte

er seine Barometerröhre nicht erst *nach dem Fällen* graduirt. War sein Torricellischer Raum luftleer, so musste er sich eine beständige Lage seiner Röhre und eine constante Quecksilberhöhe *) im Gefäße verschaffen, und dann von da aus, (von unten an,) die Eintheilung auftragen. Behielt er aber Luft in seiner Röhre, so half diese Vorsicht nichts. Dass er seine Röhre erst füllte, und dann, (wahrscheinlich von oben her nach einem andern beständigen und gut gefüllten Barometer,) graduirte, zeigt von seiner Seite offenbar ein eignes Misstrauen zu seiner Füllungsmethode. Es thut mir leid, solche Schwierigkeiten in dieser Untersuchung zu zeigen; allein sie liegen darin, und es ist Pflicht des aufrichtigen Mannes, sie zu zeigen, unbekümmert, ob die Arbeit dadurch erschwert werde oder nicht.

Die Schwierigkeiten wachsen beträchtlich, wenn man Dalton's Erwärmungsmethode be-

*) Dies letztere war leicht, da man für einzelne Versuche ein sehr weites Gefäß nahmen konnte, und einem englischen Physiker in der Regel grössere Quantitäten Quecksilber zu Gebote zu haben pflegen. Ich habe jetzt ein sehr gutes Barometer nach des verstorbenen Mechanicus Voigt Manier, wo die Prinzipielle Fläche 4" im Quadrat hält; es kann um 3o" fallen ohne merklichen Fehler; (das heisst, eine solche Fläche reicht bis auf den Fall, da der Druck der Luft ganz aufhört.)

Parrot.

trachtet. Ich behaupte, und tausend Erfahrungen haben mir diesen Satz gelehrt, daß diese Erwärmungsmethode sehr fehlerhaft ist. Es erfordert gewiß mehrere Stunden, um dem inneren Raume einer Glasröhre, besonders einer gewöhnlichen dicken Barometerröhre, die Temperatur des umgebenden Mittels zu verschaffen. Hier einige Beispiele, welche dieses lehren. Ein Thermometer mit einer kleinen Kugel, von Adams, das sonst etwa nur um $\frac{1}{4}^{\circ}$ von meinem feinen Thermometer abweicht, aber in eine Glasröhre als Badethermometer gesetzt ist, steht in der Luft, bei Variationen der Temperatur wenigstens um ein paar Grade zurück, so wohl im Ab- als im Zunehmen, und doch hat die äußere Glasröhre unterhalb ein Loch. In meinem geheizten Ofen, in welchem ich mich nicht traue ein Thermometer eine Minute lang zu lassen, weil dessen Temperatur die des siedenden Wassers weit übertrifft, lege ich eine etwas dicke Flasche mit 5 bis 6 Drachmen Phosphor ganz unbeforgt hinein, die Luft dehnt sich nicht so schnell aus, daß die Blase, welche die weite Oeffnung schließt, platate, und der Phosphor schmilzt erst nach einer Viertelstunde. Zum Kochen braucht es über eine Stunde.

Man bedenke nun, wie unvollkommen die Temperatur in die Dalton'sche Barometerröhre dringen wird, wenn es $\frac{1}{4}$ Stunde braucht, um $+32^{\circ}$ in einem Glase hervor zu bringen, zur Zeit, da die äußere Temperatur gewiß über 120° ist. Freilich hat Dalton Wasser anstatt Luft zum umge-

benden Mittel gebraucht, und so kam er der Wahrheit viel näher, als diese meine Betrachtung anzusehen scheint. Allein man bedenke, dass das Wasser-volum eingeschränkt ist, dass die kältere Röhre die Temperatur des Ganzen erniedrigen müsste, dass die Barometerröhre gewöhnlich viel dicker von Glas ist, als eine Flasche, und dass, wenn Dalton z. B. $\frac{1}{4}$ Stunde Zeit liess, um den Uebergang der Temperatur zuzulassen, die umgebende Flüssigkeit von außen, besonders bei beträchtlichen Temperaturunterschieden zwischen dem umgebenden Wasser und der Luft, erkalten müsste.*) Sollten Dalton's Versuche als Fundamentalversuche anzusehen seyn, so müsste uns Dalton, (gleichfalls durch Versuche,) zeigen, dass der Uebergang der Temperatur wirklich statt fände. — Dass die Resultate seiner Arbeit ziemlich gleichförmig ausfielen, beweiset nicht für ihre absolute Richtigkeit. Dazu durfte nur Dalton die Zeit zum Uebergange der Temperatur immer gleich nehmen. **)

*) Wie Dalton bei diesem Apparate die Siedehitze erhalten konnte, ist mir doch auch völlig unbegreiflich, wenn er nicht das Wasser mit Salz impregnirte, oder Oehl, oder Quecksilber statt Wasser brauchte. That er aber eins von beiden, so war es Pflicht, die Nachricht davon mitzuheilen.

Parrot.

**) Mir schien für diese Richtigkeit ganz besondes die Uebereinstimmung der Resultate von Dalton's Versuchen über die Dilatation der Gasarten

AUCH die Uebereinstimmung mit den Versuchen unter der Glocke der Luftpumpe beweist nichts; denn diese Methode hat Fehler, welche mit denen des andern Dalton'schen Apparats ganz ähnliche Resultate liefern müssen. Beim Luftpumpenapparat findet nicht die Temperatur des siedenden Wassers in der Glocke, sondern nur in der Flasche statt. Die Erkältung von außen, die sich durch den Niederschlag von Dampf zeigt, lässt es nicht zu. Mit hin haben Sie hier in dem Raume, welcher die Temperatur haben sollte, in der die Elasticität gemessen wird, nicht die gebörige Temperatur, sondern eine geringere, wie in der Barometerröhre. Warum stellte Dalton nicht sein Thermometer in den Dampf unter der Glocke? Warum in heißes Wasser?

Sie sehen also, hochgeehrtester Freund, dass Dalton's Verfahren bei weitem nicht fehlerfrei ist, und ich behaupte demnach dreist, dass die Methode des Professors Schmidt, überhaupt die Methode, das Thermometer in das Gefäß selbst, worin die Luft oder der Dampf barometrisch gemessen werden soll, zu stellen, die einzige heilbringende

durch Wärme, (*Annalen*, XII, 310,) welche auf ähnliche Art angestellt wurden, mit den Versuchen Gay-Lussac's und anderer Physiker, (*Annalen*, XIV, 266,) zu sprechen; und so gegründet auch Herrn Prof. Parrot's Bemerkungen sind, so möchte ich doch eben deshalb noch immer glauben, dass beide Gründe keinen sehr bedeutenden Fehler in Dalton's Versuche gebracht haben. d. H.

Methode ist. Sie selbst haben etwas ähnliches in Ihren Bemerkungen gefühlt, haben sich aber durch das Uebereinstimmende in den Dalton'schen Versuchen verleiten lassen, ihm gegen so viele andere Physiker Recht zu geben.*.) So viel im Ganzen von der Experimentirmethode Dalton's.

Erlauben Sie mir, ehe ich auf die Sätze übergehe, dass ich noch über Dalton's Resultate beim Frierpunkte etwas sage. Ich setze bei Dalton Richtigkeit der Beobachtung voraus, läugne also die Wahrheit des Resultats nicht; aber der Versuch ist dennoch falsch. Dalton beginn', wie ich eben gezeigt habe, zwei Fehler: den ersten mit der unvollkommenen Leere, welche eine constante Grösse in alle feine Resultate hinein bringt; den zweiten durch schlechten Uebergang der Temperatur. Angenommen, Dalton habe in einer Lufttemperatur von 12 bis 15° R. gearbeitet, wie es wahrscheinlich ist, so giebt es eine Temperatur der Versuche, wo diese beiden Fehler sich aufheben, (vielleicht bei 25 bis 30° R.,) und oberhalb welcher der zweite, unterhalb der erste Fehler die Oberhand hat, doch nur bis zu 12 bis 15°, nämlich bis zur Lufttemperatur. Unter dieser summi-

* Vergl. die vorige Anmerk. Auch die Gründe, welche aus Herrn Soldner's Berechnungen auf S. 57 für die Richtigkeit von Dalton's Versuchen von 0° bis 80° R. Temperatur folgen, verdienen hier berücksichtigt zu werden. d. H.

ren sich die beiden Fehler, weil dann in der Batteröhre nicht mehr Erwärmung, sondern Kälzung hervor zu bringen ist, sie folglich ihre natürliche Wärme an das umgebende Wasser abgeben und thut sie das unvollkommen, etwas wärmer das Wasser bleiben muss, wodurch ein größeres Resultat, als es sollte, hervor gebracht wird. Beim Punkte σ , das heißt also, wo das Wasser eben gefrieren wollte, war so die innere Röhre vielleicht noch um $\frac{1}{2}^{\circ}$ R. über dem Frierpunkt warm. Setzt man dazu noch den Fehler des constanten Ueberflusses, so ist kein Wunder, dass Dalton für 32° F. ein Resultat erhielt, wornach dieser Temperatur sein eingebildeter Dampf-Zoll Quecksilber trug. *) Ich habe nicht Zeit gehabt die Dalton'schen Resultate einzeln zu vergleichen um den Einfluss beider angezeigten Hauptfehler.

*) Dalton fülle seine umgebende Röhre mit Salz von 4 bis 5° R., lasse ihn darin schmelzen, fülle auf solchen Schnee nach, bis das Gefäß mit Wasser von 0° voll ist, werfe ferner etwas Kochsalz ein, um die Temperatur wieder zu erniedrigen und passe dann die Zeit ab, da alles die Temperatur 0° anzeigen wird; so kommt gewiss ein anderes Resultat zum Vorschein. Was noch da stehen bleibt an Quecksilberhöhe, ist die constante Größe die übrig gebliebene Luft, welche für die übrigen Temperaturen berechnet, und von den übrigen Resultaten abgezogen werden könnte. So am Ende eine Correction der Dalton'schen Werte möglich.

auf den Gang dieser Resultate zu verfolgen, noch andern Fehlern nachzuspüren, die noch statt gefunden haben mögen, wozu ohnehin eine detaillirtere Beschreibung, als Dalton sie giebt, erforderlich wäre. Ich eile daher zum Theoretischen.

2. Von den Lehrsätzen Dalton's.

Gleich Seite 2 in Band XV der *Annalen* giebt uns Dalton die Hoffnung, dass wir die Gasarten einst durch Druck und Erkältung zersetzt erhalten werden. Wusste er denn nicht, dass Druck und Erkältung zwar den latenten, aber nicht den gebundenen Wärmestoff aus den Körpern heraus locken, *) dass dieser nur durch chemische Verwandtschaftsausserungen frei werde. Aber diese Hoffnung passt in eine Theorie, wo man Luft hat alle Verwandtschaften zu läugnen. Schade, dass diese Theorie mit den Naturerscheinungen so schlecht passt. Hatte ferner Dalton nicht von de Lüschon, und neulich durch die Wasserzersetzung vermittelst der Galvani'schen Electricität gelernt, dass der Wärmestoff nicht der einzige expandirende Stoff der Gasarten sey? Bei Aufstellungen von neuen Theorien muss man an so etwas denken. **)

*) Dalton erkennt diesen Unterschied nicht an.

Vergleiche *Annalen*, XIV, 292. d. H.

**) Es geschieht, däucht mir, Dalton Unrecht, wenn sein gelegentlich hingeworfener Gedanke, der mit seiner Theorie nichts zu thun hat, als ein Grundstein seiner Theorie behandelt wird. d. H.

Der Satz Seite 13, den wir Dalton's Versuchen verdanken, dass nämlich „bei gleichem Temperaturunterschiede der Unterschied in der Expansivkraft der Dämpfe aller Flüssigkeiten gleich ist, in so fern von Temperaturen an gerechnet wird, bei welchen beide Dampfarten dieselbe Expansivkraft haben.“ ist schön, und ich glaube ihn gern, weil er ohne die äußerste Genauigkeit in den Versuchen erwiesen werden kann. Ich schrieb sogleich beim Lesen desselben ein *Bravo* an den Rand. So ein Satz ist wahrer Gewinn für die Wissenschaft und wird mir bleiben.

Was Dalton's neue Theorie über die Beschaffenheit gemischter Gasarten betrifft, die ich im Band XIII der Annalen, Seite 438 f., finde, so ist sein erster Grundsatz alt, nur so ausgedruckt, wie er wahrscheinlich in der Physik nie zu brauchen seyn dürfte. Denn von der Entfernung, (auch relativ,) der Kugelchen der Luftarten werden wir uns nie adäquate Begriffe machen können. Ueberhaupt ist mir jede Theorie verdächtig, welche solcher Bestimmungen bedarf. Sie sind nur hypothetisch, und ich sehe doch wahrlich nicht, wie sie aus Dalton's Versuchen folgen, wenn auch gegen diese Versuche selbst nichts einzuwenden wäre.

Der zweite Grundsatz, nach welchem nur die homogenen, nicht die heterogenen Theilchen gemengter elastischer Flüssigkeiten sich gegenseitig in der Ferne zurück stossen sollen, der das Charakteristische der Dalton'schen Hypothese seyn soll,

und auch ist, — beruht in der That auf gar keinem Grunde; und folgt gar nicht aus Dalton's Versuchen. Die Reihe dieser Versuche kann vollkommen ohne diesen Satz bestehen, und es sollte mir nicht schwer fallen, mehrere leichte Hypothesen aufzustellen, welche die Sache erklären würden. Ich will bei einer einzigen verweilen, weil ich sie für die wahrscheinlichste halte. Ich habe schon irgendwo geäussert, dass es möglich wäre, dass das Oxygengas und das Azotgas nicht chemisch, sondern nur durch einen Grad von Adhäsion mit einander verbunden wären. Ich halte es daher auch für besser, anzunehmen, (bis bestimmte Versuche uns überzeugt haben, von welchen man diese Annahme rechtfertigen kann,) dass einige Gasarten chemisch, andere nur durch Adhäsion vereinigt sind. Diese Idee ist weder neu, noch wichtig für den vorliegenden Fall oder für die Lehre der Hygrometrie. Aber die Adhäsion so weit zu nothzüchtigen, dass man sie den Gesetzen einer Repulsion oder des Wärmestoffes so unterwirft, dass nur die homogenen Theile sich repelliren sollen, die heterogenen nicht, — ist durchaus ganz neu und nicht zu erweisen. Diese Idee ist vielmehr die Frucht einer falschen Vorstellung, die man sich von der Wirkungsart der Elesticität macht. Dehnt die Wärme oder der freie Wärmestoff eine elastische Flüssigkeit aus, warum sollten die daneben liegenden Flüssigkeiten diesen Druck nicht empfinden? warum sollte die Wärme nicht gleichfalls jene Flüs-

figkeiten ausdehnen und einen Druck auf die andere zugleich bewirken? *) Die Dalton'sche Vorstellungssart reducirt sich auf ein dynamisches Spiel von Kräften, die in der Entfernung wirken; und als intolerante Sektirer die Gegenstände ihrer Liebe oder ihres Hasses willkührlich auffuchen. Jeder heterogene oder homogene Theil einer gemischten Flüssigkeit wird durch höhere Temperatur elastischer, drückt daher auf seinen Nachbar, ohne zu fragen, ob er von gleicher Religion ist oder nicht, so wie elastischere Luft auf Wasser und Quecksilber stärker drückt; und da die bisherigen Versuche meist gezeigt haben, dass alle Gasarten durch Wärme gleichmässig ausgedehnt werden, so muss die Summe der erhöhten einzelnen Elasticitäten der ganzen Elasticität der Mischung gleich seyn; und mehr beweisen doch Dalton's Versuche nicht.

Sie sehen also, dass Dalton, indem er behauptet, es sey absurd, anzunehmen, dass Gasarten durch chemische Verwandtschaft an einander gebunden seyen, da Gasarten nach der Vermischung gleiches Volum als vorher einnehmen, weit mehr aus seinen Versuchen folgert, als er darf. Er hätte sich vor solchen Ketzereien wohl gehütet, wenn, statt blos eine Hypothese aufzusuchen, die mit der Rei-

*) Es kommt Dalton, nicht mir zu, durch weitere Ausbildung seiner Hypothese, dieser Schwierigkeit wo möglich zu begegnen. d. H.

he seiner Versuche bestehen könne; Er die Natur gefragt hätte, ob sie eine solche Hypothese anerkenne. Was wird Er antworten, wenn man ihm daran erinnert, dass Ammoniakgas, welches alle Eigenschaften eines Gas hat, specifisch schwerer ist, als es nach den specifischen Gewichten des Stickstoffes und Wasserstoffes, woraus es besteht, seyn sollte? und wenn man ihm zeigt, dass das durch electrische Funken zersetzte Ammoniak einen grössern Raum in Qualität von freiem Wasserstoffe und Stickstoffe einnimmt, als zuvor? Wie wird er seinen Satz durch die vielen Verbindungen des Stickgas mit dem Oxygengas durchführen? Werden ihm da die Vergleichungen mit den Polen des Magnets aushelfen; Vergleichungen, die jederzeit so dienlich waren und von je her zu nichts dienten. Doch hierüber kein Wort mehr.

Die Nachricht, welche Dalton im Anhange, (*Annalen*, XIII., 445,) über den Luftsäuregehalt der atmosphärischen Luft giebt, ist mir unverständlich. Ist $\frac{1}{100}$ ein wirklicher Gehalt, den er an einer gewissen Portion der freien Luft gefunden hat, so heisst dieses nichts gesagt, denn dieser Gehalt variiert. Soll es aber die äusserste Gränze seyn, so widerspreche ich geradezu, und zwar auf Versuche gestützt, welche von keinem Physiker so genau als von mir angestellt worden sind, und deren Genauigkeit alles übertrifft, was man von Versuchen der Art kennt. Mein Instrument gab an der Scale unmittelbar $\frac{1}{500}$ des Volums an.

Ich

Ich komme wieder auf Band XV Ihrer Annalen zurück, und zwar zu den Folgerungen, welche Sie Seite 65 für die Eudiometrie aus Dalton's Versuchen ziehn. Angenommen, es hätte mit diesen Versuchen seine völlige Richtigkeit, und die Wasserdämpfe befolgten in Verbindung mit der Luft ganz dasselbe Gesetz, als der reine Wasserdampf; so würde zwar der Satz daraus folgen, dass man auf den Zustand der Feuchtigkeit der Luft bei eudiometrischen Versuchen in thermometrischer und barometrischer Hinsicht nicht Rücksicht zu nehmen hätte; — aber, nicht zu vergessen, *so lange die Feuchtigkeit da ist und dieselbe bleibt.* Und da frage ich Dalton, Sie und alle Freunde des Wärmetoffs-Systems, was Feuchtigkeit ist. Ists mein physischer Dunst, so haben Sie alle Recht; von ihm erkenne ich selbst den Satz für wahr und habe ihn in meiner Eudiometrie stillschweigend angenommen. Aber der chemische Dunst gehört unter diese Kategorie nicht. Wenn de Lüc's Versuche, wenn meine Versuche wahr sind, so enthält die Luft Wasser, das auf keine Hygrometer wirkt. Von diesem behaupte ich, dass es durch Zersetzung des Oxygengas niedergeschlagen wird. Dessen Daseyn hat also doch wohl auf Eudiometer Einfluss, und ich begreife nicht, in welchem Zusammenhange dieser Dunst mit den Dalton'schen Versuchen steht. *) Mein Eudiometer ist bis auf halbe Tau-

*) Herr Prof. Parrot kannte, als er diesen Aufsatz schrieb, offenbar noch nicht das zweite Stück des Annal. d. Physik. B. 17. St. 1. J. 1804. St. 5. G

sendtheilchen sicher, und ich sollte mich um 18 Tausendtheilchen geirrt haben! Ich habe in einer Luftportion einen Strom von Dampf sich bilden sehen, in der andern nicht; ich habe in der einen nasse Phosphorsäure und Wassertropfen an den Wänden des Gefäßes gesetzen, in der andern kaum so viel Feuchtigkeit, als nöthig, um die Phosphorsäure an den Wänden des Gefäßes zu kleben; nach der Absorption fehlen mir in jenem 18 Tausendtheile des ganzen Raumes mehr als in diesem. Und man zweifelt an einem solchen Niederschlage. Sie wagen es nicht, in meinem Namen dem Publicum zu sagen, dass Clement und Desormes falsch experimentirt oder falsch geschlossen haben, als sie den Satz aufstellten, dass alle Gasarten gleich viel Wasser enthalten, *) und Sie übersetzen es aus Dalton's Abhandlung! [?] Hier muss der Freund

XVten Bandes der Annalen, worin sich Dalton's Versuche über die Verdunstung und meine Bemerkungen über diese Versuche finden. Ich glaube dort S. 147 diesen Zusammenhang, wie ich ihn mir denke, hinlänglich angegeben zu haben. d. H.

*) Eine kleine Beschwerde, die Herr Prof. Parrot über mich nicht würde geführt haben, wäre ihm damals schon das zweite Stück zu Gesicht gekommen, wo ich feinen Widerspruch gegen die Versuche Clement's und Desormes S. 148 an der schicklichsten Stelle eingerückt, und auf ihn besonders aufmerksam gemacht habe, zugleich aber bemüht gewesen bin, diese Versuche mit denen von Saußürre in Harmonie zu bringen. d. H.

des Wärmetoffs-Systems in der Lehre der Dünste durchaus wählen; entweder den Versuchen Clement's und Desormes trauen, oder Dalton's Theorie aufgeben.*)

Wollen Sie aber die Versuche der Schüler Morveau's auch einmahl widerlegen, ohne weitläufige Wege und viele Instrumente, so nehmen Sie eine Glasglocke, etwa $\frac{1}{4}$ Cubikfuß groß, füllen Sie mit Salpetergas, und lassen Sie die Glocke so gefüllt mehrere Tage über Wasser stehen. Behalten Sie dieselbe Temperatur, so erhalten Sie sehr wenig Niederschlag von Dunst, selbst durch die Einwirkung des Lichtstoffs. Lassen Sie aber so viel atmosphärische Luft hinzu, als zur Zersetzung nöthig ist, so werden Sie die Glocke mit Thauperlen in ungeheurer Menge inwendig durchaus sich bedeckt sehen, *ungeachtet der Temperaturerhöhung*, die dabei statt findet. Zwar giebt diese Luftart bei der Erkältung bis unter dem Frierpunkte mehr Niederschlag als jede andere Luft, (selbst die Luftsäure, wenn ich nicht irre, nicht ausgenommen;) aber nicht halb so viel, nicht $\frac{1}{4}$ so viel, als die Zersetzung bei einer Temperatur des äußern Mediums von 12 bis 15°. Dalton möge es versuchen, durch Polarität und Haarröhren dieses Phänomen zu erklären.

Ueberhaupt scheint es mir durchaus unbegreiflich, daß Dalton es übernehmen wollte, auf

*) Ich gestehe, dieser nicht einzuschéhen. d. H.

diese Data eine Meteorologie zu bauen. Ich bitte Sie, die Reihe der meteorologischen und andere Phänomene in Gedanken durchzugehen, welche ich durch meinen Fundamentalsatz so leicht, ohne irgend einen andern Satz umzuftossen, erkläre. In jener Theorie zerstöre ich nichts; ich baue nur auf, und nehme meine Materialien, wie sie mir die berühmtesten Physiker geliefert haben. Freilich brauche ich viel; aber wie heterogen sind nicht auch die Phänomene? Und muss man nicht die Eigenschaft, welche meine Theorie hat, so viele Theile der Physik, die, in Hinsicht auf Meteorologie, ohne Zusammenhang da lagen, zu einem Ganzen, das Einheit bei der grössten Varietät darstellt, vereinigt zu haben, als eine Vollkommenheit derselben anerkennen? Dalton hingegen fängt mit Zerstörungen an, muss unläugbare Facta ignoriren, die bewährtesten Vorstellungarten umstossen, um uns ein Bruchstück aufzustellen, das auf die dunkeln, schwankenden, nichts sagenden Begriffe von Polarität und noch obendrein nur als Vergleichung gebraucht, sich stützt; ein Bruchstück, das nichts vereinigt und nichts erklärt.

Ich hoffe, dass diese Widerlegung, (es ist die dritte, zu welcher ich aufgefordert wurde,) die deutschen Physiker überzeugen wird, dass es nicht hinlänglich sey, um meine Theorie der Ausdunstung und des Niederschlages des Wassers in der Atmosphäre verdächtig zu machen, einzelne Sätze, wie Dalton, Clement und Desormes ge-

than haben, aus der Luft zu greifen, oder auf schlecht angestellte Versuchen zu gründen. Ich glaube nicht zu viel von meiner Theorie zu rühmen, wenn ich sage, dass sie für sich und direct geprüft zu werden verdiene. Der Herr Prof. Böckmann hatte einen Anfang dazu gemacht, wofür ich ihm nochmahls danke, und ich wünschte nichts mehr, als dass er oder ein anderer Physiker meine Versuche wiederhohlen möchte. Die einzige Bedingung, die ich zu machen mir erlaube, ist, dass man die Versuche mit eben der Umständlichkeit, als ich beschreibe. Habe ich falsch gesehen oder schlecht experimentirt, dann falle meine Theorie. Aber nur durch diese Wiederhöhlung der Versuche ist es möglich, die Wahrheit zu bestätigen. Meine sehr häufigen öffentlichen Geschäfte lassen mich nicht vor einem Jahre die nöthige Muße zu einer neuen Bearbeitung dieses wichtigen Gegenstandes hoffen. Ich muss also hierin um Unterstützung bitten, ohne desshalb mich von der Verbindlichkeit, diese Materie noch vollständiger zu bearbeiten, loszusprechen. Der Plan zu dieser Arbeit ist schon gemacht, die meisten Apparate sind auch schon da. Es fehlt an nichts als an Zeit.

VI.

*LALANDE'S neue Thermometer scale. *)*

Unsre bisherigen Thermometerscalen glaubt der ehrwürdige Senior der Astronomen, der berühmte Lalande in Paris, als willkührlich, und nicht in der Natur der Sache begründet, verwerfen zu müssen. Sein alter, achtungswertiger Lehrer, Joseph Delisle, habe schon 1738 Versuche über die Ausdehnung des Quecksilbers durch Wärme ange stellt, und er sie 1750 oft mit ihm wiederholt. Eine in Eis gesetzte Thermometerröhre ganz mit Quecksilber, das abgewogen wurde, gefüllt, und darauf in kochendes Wasser gesetzt, verlor hier stets auf 66 $\frac{1}{2}$ Unzen Quecksilber 1 Unze, welches in dieser Temperatur aus der Röhre floß. Das Quecksilber dehnt sich folglich, schließt Lalande, bei einer Erwärmung vom Frostpunkte bis zum Siedepunkte des Wassers um $\frac{15600}{15000}$ seines Volums aus; ein Grund, warum er den Abstand zwischen dem Frostpunkte und dem Siedepunkte, mit Delisle, in 150 gleiche Theile theilt, und so Grade zu haben glaubt, welche die Natur selbst gebe, und die zugleich ganz in das System der Decimalmaasse passten. Den Nullpunkt seiner Scale setzt Lalande nicht mit De-

*) *Journal de Phys., t. 57, p. 457.*

d. H.

lisie beim Siedepunkte des Wassers; das sey wider die Natur, da eine solche Temperatur nirgends auf der Erde vorkomme; eben so wenig beim Frostpunkte des Wassers: sondern mit Micheli bei der *mittlern Temperatur von Paris*, wie sie aus mehrjährigen Beobachtungen sey berechnet worden, das ist, bei $9\frac{1}{2}^{\circ}$ nach der Reaumürischen Scale.*) Das

*) Lalande verweist hierbei auf Cotte's Untersuchung über diese mittlere Temperatur im *Journ. de Phys.*, 1792, Dec., p. 433. Es wird den meisten Lesern nicht unangenehm seyn, wenn ich die Hauptfache aus dieser Untersuchung hierher setze. Die damahlige Akademie hatte beschlossen, die mittlere Temperatur des Klima von Paris solle als Temperatureinheit für die neuen Maassbestimmungen dienen, und sie sey aus den Thermometerbeobachtungen zu bestimmen, welche man seit 150 Jahren ununterbrochen in Paris angestellt habe. Cotte, dem die Akademie diese Berechnung übertrug, bemerkt indess mit Recht, dass diese auf der Nationalsternwarte angestellten Beobachtungen dazu nicht brauchbar sind, da vor Reaumür die Thermometer nicht harmonirten, und von Reaumür bis 1776 ein Weingeissthermometer zu den meteorologischen Beobachtungen auf der Sternwarte gedient habe. Er zieht daher die Beobachtungen vor, welche Messier theils im *Collège de France*, theils im *Hôtel de Clugny* zu Paris von 1763 bis 1791 mit vortrefflichen Quecksilberthermometern gemacht habe. Zwar habo er schon an mehrern Orten Resultate aus diesen Beobachtungen bekannt gemacht, wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes habe er

sey zugleich die Temperatur der Höhle unter der Nationalsternwarte *) und die natürliche Erdwärme. Diese neue Scale gewähre noch den Vortheil einer leichten Uebersicht der merkwürdigsten Temperaturen. Nach ihr sey die mittlere Wärme in unsren gewöhnlichen Sommern, und die mittlere Kälte in unsren gewöhnlichen Wintern gleichmässig 30° ; 40° zeige grosse Wärme oder Kälte an; 50° die Hitze am Senegal und eben so die heftige Kälte in den Wintern von 1709, 1776 und 1778; u. s. f. — Zwar habe man ihm im Nationalinstitute am 14ten Nov. 1803 eingewendet, erstens, er habe bei

sie indes nochmals berechnet, und zwar nach Beobachtungen, die bis ans Ende des Jahres 1791 reichen. Folgendes sind die Resultate dieser Beobachtungen:

	mittl. Temp.		mittl. Temp.
Januar	$1^{\circ},6$ R.	Julius	$17^{\circ},1$
Februar	4	August	$17,1$
März	5,1	September	$14,1$
April	8,4	October	$9,5$
Mai	12,7	November	$5,7$
Junius	15,6	December	$3,2$

1tes halbes Jahr $7,9$ 2tes halbes Jahr $11,1$

Nach 29jährigen Beobachtungen, die täglich 3 Mahl, (Morgens, Mittags, Abends,) ange stellt wurden, ist folglich die mittlere Temperatur des Klima von Paris genau $9^{\circ},5$ des Quecksilberthermometers mit Reaumür's Scale. d. H.

*) Nicht ganz genau; vergl. Annalen, III, 217, Anm.
d. H.

seinen Versuchen nicht auf die Ausdehnung des Glases gesehn; wäre das geschehn, so würde er eine grössere Dilatation des Quecksilbers als um $\frac{160}{100}$ erhalten haben: zweitens, die innere Wärme der Erde sey in Aegypten viel grösser als $9^{\circ},5$. Allein da auch in allen Thermometerbeobachtungen das Glas zugleich mit dem Quecksilber ausgedehnt werde, so habe er die Differenz beider Ausdehnung zur Bestimmung der Scale nehmen müssen, nicht die Ausdehnung des Quecksilbers allein, die man nie beobachte. Ueber dies halte die mittlere Temperatur des Klima in Paris in der That das Mittel zwischen den Temperaturen aller Länder, wo man beobachtet; noch sey das eine Temperatur, bei welcher man in allen Theilen der Welt weder Wärme noch Kälte empfinde, und die daher jedermann zuträglich sey.

Lalande schliesst mit einer Vergleichung seines Thermometers, welches Mossy in Paris vervollständigte, mit dem Reaumürischen, aus welcher ich nur einige Zahlen entlehne. Es harmoniren:

Reaumur.	Lalande.
80°	132,8° Siedepunkt des Wassers
36	49,9 Hitze am Senegal
32	42,3 Sommer 1753, 65, 93
30	38,5 Blutwärme
26	31 mittl. Sommerwärme in Paris
25	29,1 unter d. Aequator auf d. Meere
23	25,3 kalter Sommer in Paris
20	19,7

Reaum.	Lalande.	
19	17,9	Seidenwürmer
15	10,3	Treibbeete
10	1	
9,5	0	mittlere Temperatur
0	- 17,9	Frostpunkt
- 4	25,4	gelinder Winter in Paris
7	31	mittlerer
11	38,6	1740
14	44,2	künstlicher Frostpunkt
18	50,8	1788 Winter in Paris
30,6	74,4	das Quecksilber friert

Dass Lalande's Scale nicht minder willkührlich als die bisherigen ist, da sie nicht Grade *wahrer Wärme* anzeigt, und dass sie daher unsre Thermometersprache ohne Nutzen noch mehr verwirren würde; dieses glaube ich hier nicht erst weitläufig beweisen zu dürfen.

der Herausgeber.

VII.

**VERSUCHÉ UND BERECHNUNGEN
über die Temperatur, bei welcher Wasser
die grösste Dichtigkeit hat, und über
die Ausdehnung des Quecksilbers
durch Wärme,**

von

G. G. HÄLLSTRÖM,
Professor der Phyltik zu Åbo. ”

Herr Prof. Hällström hat seine Beobachtungen und Berechnungen über die Raumsveränderung des Wassers in den Temperaturen von 0° bis $+20^{\circ}$ Celsius, (0° bis 16° R.,) in einer seiner neuesten Dissertationen bekannt gemacht. **) Er bestimmt die Veränderungen durch Abwägen eines gläsernen Körpers im Wasser und bringt die Ausdehnung des

*) Die folgende Notiz von diesen interessanten Untersuchungen des Prof. Hällström, welche eine Fortsetzung der in den Annalen, XIV, 297, mitgetheilten sind, und in ihrem Zusammenhange dem deutschen Publicum ausführlich bekannt gemacht zu werden verdienten, verdanke ich Herrn Adj. Droyßen in Greifswald. d. H.

**) *Dissertatio physica de mutationibus voluminis aquae destillatae, intra temperaturam congelationis et vicefimi gradus in therm. centesim.*, Praef. Hällström, Resp. Hulthin, Aboae 1802.

Glaſes mir in Rechnung. *) Er findet, daß, ohne Rücksicht auf die Ausdehnung des Glaſes, das Waffer die größte Dichtigkeit bei $+5$ bis 6° , (4 bis $4,8^{\circ}$ R.), habe; daß dies aber schon bei $+4$ bis 5° , ($3^{\circ}, 2$ bis 4° R.), eintrete, wenn auf die Ausdehnung des Glaſes Rücksicht genommen wird. **) Seine Beobachtungen stimmen mit feinem Calcul merkwürdig überein.

In einer andern Dissertation ***) hat Herr Prof. Hällström die Ausdehnung des Queckſilbers in den Temperaturen vom Frostpunkte bis zum Siedepunkte des Waffers, oder von 0° bis 100° Celf., genauer zu bestimmen gesucht. Er bediente sich hierzu eines gewöhnlichen Queckſilberthermometers und nahm besonders mit auf die Ausdehnung des Glaſes Rücksicht. Es werden bei 0° und n° Temperatur die correspondirenden Höhen des Queckſilbers a und a_e gemessen, (nämlich von dem Ende

*) Vergl. Annalen, XIV, 299 f.

**) Dalton, (Annalen, XIV, 294,) der auf die Ausdehnung des Glaſes nicht Rücksicht nahm, fand die größte Dichtigkeit des Waffers bei $42\frac{1}{2}^{\circ}$ F. = $4\frac{2}{3}^{\circ}$ R., und von 41° bis 44° einschließlich, fast unmerkbar. Auch seine Beobachtungen möchten daher nach Hallstrom wegen der nicht mit in Rechnung gebrachten Ausdehnung des Glaſes zu verbessern seyn. d. H.

***) *Dissertatio physica de expansione Hydrargyri a Calorico, Praef. Hallstrom, Resp. Claesson. Aboae 1803.*

der Röhre bei der Kugel an; über dies der Halbmesser der Röhre $= r$ und der Kugel $= p$ angenommen. Nun verhalten sich*) die Längen des Glases bei 0° und bei n° Temperatur wie $1 : 1 + \frac{(325 + 2n)}{62500000} n$ und in diesen Wärmegraden mögen die Volumina des Quecksilbers seyn wie $1 : 1 + x$. Setzt man $n' = 1 + \frac{(325 + 2n)}{62500000} n$, so wird daher $1 + x = \frac{4\varrho^3 (1+n^3)^3 + 3r^2 a^2 (1+n')^2}{4\varrho^3 + 3r^2 a}$. Oder wenn $r' = \frac{4\varrho^3}{3r^2}$; so ist $1 + x = \frac{r'(1+n')^3 + a^3 (1+n')^2}{r^3 + a}$.

Um nun die Grösse r' zu bestimmen, wurden Versuche angestellt. Herr Prof. Hallstrom bediente sich dazu einer schönen hydrostatischen Waage von Hurter in England, welche bei $0,01$ Gran Auschlag gab. Dadurch wurde das Gewicht des Quecksilbers p , welches bei 0° Temperatur die Thermometerkugel und Röhre bis zur Länge b erfüllte, so wie, nachdem etwas Quecksilber ausgenässt war, das Gewicht des Restes p' , welcher Kugel und Röhre bis zur Länge b' , bei 0° Temperatur, einnahm, bestimmt. Dadurch war nun auch das Gewicht $p - p'$ in der Länge der Röhre $b - b'$ bestimmt; dessen Raum, (wenn $1:\pi$ das Verhältniss des Durchmessers zur Peripherie des Kreises ausdrückt,) $= \pi r'^2 (b - b')$ ist.

*) Nach Herrn Hallstrom's *Dissertatio de interpolatione pro determinanda vitrei dilatatione a calorico*. Åboae 1801. Vergl. *Annalen*, XIV, 299.

Ferner haben wir $b - b' : b = p - p' : \frac{b(p-p')}{b-b'}$
 $=$ dem Gewichte des Quecksilbers in der Röhre
von der Länge b .

Also wird das Gewicht des in der Kugel enthal-
tenen Quecksilbers gefunden $= p - \frac{b(p-p')}{b-b'} =$
 $\frac{bp'-b'p}{b-b'}$, dessen Raum ist $= \frac{4}{3} \pi \rho^3$. Und da die
Gewichte homogener Körper, bei gleicher Tem-
peratur, den Räumen proportional sind; so ist
 $p - p' : \frac{bp'-b'p}{b-b'} = \pi \rho^2 (b - b') : \frac{4}{3} \pi \rho^3$. Dar-
aus findet er $\frac{4\rho^3}{3r^2} = r' = \frac{bp'-b'p}{p-p'}$.

Substituirt man diesen Werth, so wird der ge-
suchte Werth von $1+x$ gefunden $=$

$$\frac{((1+n')(bp'-b'p) + a'(p-p'))}{bp'-b'p + a(p-p')} (1+n')^2.$$

Nun wurden mit 6 Thermometern Versuche
und Messungen ange stellt, und aus ihnen gab die
Mittelzahl $x = 0,017583$, welches er für den ge-
nauesten Werth der Ausdehnung des Quecksilbers
vom Frostpunkte bis zum Siedepunkte des Wassers,
oder von 0° bis 100° Cels. Temperatur hält, wenn
das Volumen des Quecksilbers bei $0^\circ = 1$ ist. *)

*) Ein Resultat, welches von dem bedeutend ab-
weicht, das Lalande im vorigen Aufsatze für
das Resultat der Versuche Delisle's und der sei-
nigen ausgibt; und schwerlich möchte diese Ab-
weichung bloß der Ausdehnung des Glases zuzu-
schreiben seyn.
d. H.

VIII.

Eine Bemerkung über den Schwefel-Kohlenstoff;

vom

H E R A U S G E B E R.

Clement und Desormes haben bei ihren Untersuchungen der merkwürdigen von ihnen zufällig entdeckten chemischen Verbindung des Schwefels mit dem Kohlenstoffe, in Gestalt einer Flüssigkeit, die zu den flüchtigsten gehört, welche wir kennen, (*Annalen*, XIII, 73 f.,) den Siedepunkt dieser Flüssigkeit zu bestimmen, zwar verabsäumt, dafür aber einen Versuch über die Elasticität der Dämpfe derselben, bei 10° R. Wärme und bei 28 par. Zoll Barometerstand, angestellt, (*Annalen*, XIII, 89,) aus welchem ich, vermittelst Dalton's Gesetze der Verdampfung verschiedenartiger Flüssigkeiten, den Siedepunkt des liquiden Schwefelkohlenstoffs in den *Annalen*, XIV, 37 f., berechnet, und zwar bei 108° F. = $33\frac{1}{2}^{\circ}$ R. gefunden habe.

Schon 1796, also viel früher, als Clement und Desormes ihre Versuche anstellten, hatte Herr Prof. Lampadius in Freiberg bei einer Destillation von Schwefelkiesen mit Kohle eine äußerst flüchtige Flüssigkeit erhalten, auch schon einige ihrer Eigenschaften in Gren's *neuem Journal der Physik*, B. 3, S. 304, bekannt gemacht.

Das Gläschen, voll dieser Flüssigkeit, welches er damals dem seligen Gren überschickte, besitze ich noch jetzt unter Gren's hinterlassenen Präparaten. Umsonst versuchte es indes Herr Prof. Lampadius, weiterhin diesen Stoff wieder zu erzeugen, und konnte sich daher über die Natur desselben nicht belehren. Vor kurzem rief der Geruch eines verkieslen Holzes ihm jene Flüssigkeit wieder in das Andenken, und in der That gelang es ihm, sie sich durch Destillation dieses verkieslen Holzes aus einer irdenen Retorte, (aus 1 Pf. 2 Unzen,) wieder zu verschaffen, so wie auch in Mengen von 7 bis 9 Drachmen durch Destillation von 4 Unzen Kies mit 1 Unze bituminösen Holzes, oder mit so viel Braunkohle, oder Steinkohle, oder sichteten Holzspänen, oder Kohlenblende. Sie erschien, wenn die Retorte zum stärksten Glühen kam, und fiel dann in feinen dünn-flüssigen Tropfen im Wasser der Vorlage nieder, mit brenzlichem Oehle vermischt, (den Fall mit Kohlenblende ausgenommen,) von dem man sie durch Destillation über Wasser aus einer Glasretorte bei Lampenfeuer reinigen kann, worauf sie ganz wasserhell wird. Herr Prof. Lampadius giebt von dieser Flüssigkeit folgende Eigenschaften an: 1. einen durchdringenden Geruch; 2. große Flüchtigkeit und Erzeugung heftiger Kälte beim Berühren; „3. sie siedet bei 32° R. bei einem Barometerstande von 26" 6";“ 4. hat zum specifischen Gewichte 1,3; 5. ist sehr leicht entzündlich, durch den schwächsten electricchen und

und Galvani'schen Funken, und giebt 6. als Produkt des Verbrennens sehr viel Schwefelsäure, und etwas Wasser, „aber Kohlensäure konnte Herr Prof. Lampadius bis jetzt noch nicht darin finden;“ 7. die Flamme ist lang, blau und *ohne allen Ruß*; 8. sie bricht das Licht außerordentlich stark; 9. etwas davon löst sich in Wasser auf, und giebt dann diesem alle Eigenschaften des Schwefelwasserstoff-Wassers; 10. sehr leicht vermischt sie sich mit Alkohol; und 11. löst sie den Phosphor ohne Wärme in Menge schnell auf, ohne dass die Auflösung auf Wasser leuchtet. (*Neues allgemeines Journal der Chemie*, B. 2, S. 192.)

Herr Prof. Lampadius ist geneigt, nach diesen Eigenschaften den Stoff für einen andern als Desormes Schwefel-Kohlenstoff zu halten, besonders weil er nach 6 und 9 viel Wasserstoff zu enthalten scheine, und nach 7 beim Verbrennen keine schwarze verbrennliche Kohle, wie jener, hinterliess. Er nennt ihn inzwischen, bis er seine Bestandtheile werde erforscht haben, Schwefelalkohol; ein, wie es mir scheint, nicht recht schicker Name.

Vergleicht man diese Eigenschaften mit denen, welche Desormes am Schwefel-Kohlenstoffe fand, so zeigt sich, dass beide Flüssigkeiten genau übereinstimmen in 1, 2, 5, (Ann., XIII, 84,) in 11 und 9, (dafs., 91;) im specifischen Gewichte, das auch Desormes auf 1,3 bestimmt, *welches ihm aber zu variiren schien*, (dafs., 85;) und endlich im Sie-

Annal. d. Physik. B. 17. St. 1. J. 1804. St. 5.

H

depunkte, da eine Flüssigkeit, welche unter 26° 6''' Druck bei 52° R. kocht, unter einem Luftdrucke von 28''' Barometerhöhe, (der von Herrn Soldner oben S. 65 entwickelten Formel gemäß,) bei 33°,22 kochen würde; welches 33 $\frac{7}{9}$ ° so nahe kommt, als bei Versuchen dieser Art kaum zu erwarten ist. Diese sehr genaue Uebereinstimmung in den zuverlässigsten Charakteren lässt wohl kaum noch zweifeln, dass der Stoff des Hrn. Prof. Lampadius kein anderer als Desormes Schwefel-Kohlenstoff sey, und lässt vermuthen, dass genauere Untersuchungen auch zwischen den übrigen zweifelhaften Eigenschaften völlige Uebereinstimmung geben werden; besonders, da Herr Prof. Lampadius mit einer durch eine zweite Destillation gereinigten, völlig wasserhellen Flüssigkeit, Desormes dagegen mit der nicht geläuterten, meist gelbgrünen Flüssigkeit, (*Annalen*, XIII, 84,) welcher wahrscheinlich noch der von ersterm bemerkte Anteil brenzlichen Oehls beigemischt war, experimentirt hat. Aus diesem Umstände würde sich besonders erklären, wie Desormes beim Verbrennen der Flüssigkeit einen Rückstand an schwarzer Kohle erhalten konnte, den Prof. Lampadius nicht wahrnahm.

IX.

A U S Z U G

*aus einem Briefe von Herrn RICHARD
CHENEVIX, Esq., Mitgliede d. Londn.
Societät, an den Herausgeber.*

Freiberg den 28sten April 1804.

— — Ich habe mit vielem Interesse den vortrefflichen Aufsatz Ritter's über den Galvanismus der Metallgemische gelesen, der sich in dem diesjährigen dritten Stücke Ihrer Annalen findet. Jeder pflegt einen Gegenstand von der Seite aufzufassen, mit der er am meisten sich zu beschäftigen gewohnt ist; und so hatte ich allgemeine Untersuchungen über die chemischen Verwandtschaften der Metalle angefangen. Ich werde Herrn Ritter vorstellen, vergleichende Versuche mit Metallgemischen, die durch *chemische Mittel*, und solche, die durch gewöhnliche Schmelzung gemacht sind, zu unternehmen. Denn die Metalle verbinden sich mit einander auf diesem Wege nur bis zu gegenseitiger Sättigung. Noch bin ich nicht weit in meiner Arbeit vorgeschritten; doch habe ich schon einige interessante Thatsächen.

Man hegt noch Zweifel über die Natur des *Palladiums!* Desto besser. Das Zweifeln hat schon zu mancher Entdeckung geführt. Was mich betrifft, so kann ich nicht zweifeln, denn ich habe gesehen, Ich habe hinlänglich erinnert, wie schwierig es ist,

diese Metallmischung hervor zu bringen, und wie viel Zufälligkeiten man bei jedem Versuche gegen sich hat. Beharrt man indefs nur, so wird es gelingen, wie es mir gelungen ist. In England hat der Mensch, der das Palladium gemacht hat, gegen meine Versuche eine Erklärung ausgehen lassen, (*reclamé*), aber erst *nach acht Monaten*, und erst nachdem Wollafton einige Zweifel gegen sie geäußert hatte, weil es ihm nicht mit dem ersten Mahle gelungen war, das Palladium zu machen. — Richter in Berlin gesteh', daß er eine Verbindung von Platin und Quecksilber gehabt habe, die in den größten Graden der Hitze nicht zu zersetzen gewesen sey. *Von allen, welche über diese Masse geschrieben haben, hat Richter den wahren Gesichtspunkt am besten gefaßt.*

Erlauben Sie, daß, wenn ich einige Resultate haben werde, die Herrn Ritter interessiren können, ich Proben der verschiedenen Produkte, mit denen ich von ihm Versuche ange stellt zu seh' wünschte, durch Ihre Hand gehn lasse. In dem Aufsatze Ritter's kommt nichts von *Tendenz*, *Polarität*, *Identität*, *Indifferenz* und dergleichen mehr vor. Sollte er glücklicher Weise auf diese Phantasmata Verzicht geleistet haben?

Ich habe die *Versuche Winterl's wiederholt*. Kaum hätte ich es für möglich gehalten, daß jemand in solche Irrthümer verfallen könne. Ich habe davon einen Bericht in den par. *Annales de Chimie* erstattet.

X.

Eine kleine akustische Entdeckung.

Als ich mich vor kurzem mit Versuchen über das *Nachklingen* angeschlagener Körper beschäftigte, und nach der Secundenuhr beobachtete, wie lange dieselbe in den verschiedenen stufenweise verminderten Entfernungen des Körpers vom Ohr hörbar blieb, (wovon die Resultate hier nicht zu meinem Zwecke gehören,) machte ich eine akustische Entdeckung, welche einer kurzen Mittheilung werth zu seyn scheint, weil sie, (meines Wissens wenigstens,) neu ist, und in ein Fach der Physik gehört, worin vorzüglich noch mehr Erfahrungen zu wünschen, und auch Kleinigkeiten noch nicht zu verschmähen sind.

Unter den Körpern, welche ich zu diesen Versuchen nahm, waren auch Rectangelscheiben von Glas und Metall, welche ich zu den Chladni'schen Versuchen gebraucht hatte, und welche, gehörig gehalten und angeschlagen, außer dem ersten harten Schalle des Anschlags einen sanften flötenartigen Nachklang geben, der langsam abnimmt, und wenn er in einer Entfernung von z. B. zwölf Zoll schon ganz verschwunden ist, in einer Nähe von sechs Zollen bis zu einem Zolle noch wieder deutlich gehört wird.

An diesem leisen Nachklange nun machte ich eine Bemerkung, die anzugeben scheint, dass es vor

dem Ohr eine Stelle giebt, wo ein leiser Klang nicht empfunden wird, ungeachtet derselbe Klang in derselben Entfernung außerhalb dieser Gegend vollkommen hörbar ist,— ungefähr so, wie, nach dem bekannten Mariottischen Versuche, auf der Netzhaut des Auges die Stelle, wo der Sehenerve eintritt, nicht empfindet, (wiewohl ich übrigens noch eine solche Analogie nicht weiter geltend machen will.)

Da das feine Phänomen der Bemerkung so leicht entwischte, so will ich die Art der Beobachtung etwas näher angeben; man kann sonst tausend Mahlklingende Körper vor das Ohr halten, und es nicht bemerken.

Man nehme also einen schwach nachklingenden Körper, wie eine Stimmgabel, eine gabelförmig gebogene Glasröhre, einen Glasstreifen, oder, (was man am ersten bei der Hand haben wird,) einen verjüngten Maassstab von Messing aus einem Reisszeuge, oder ein messingenes oder eisernes Lineal. Eine solche Metallplatte fasse man, damit sie nachklinge, mit der Spitze des Daumens und Zeigefingers in der Mitte ihrer breiten Seitenflächen; — man kann durch einige Versuche die beste Angriffsstelle, wobei die Platte am reinsten nachklingt, leicht finden.

So halte man die Platte etwa mit der linken Hand vor das linke Ohr, in beliebiger, jedoch nicht zu grosser Entfernung, damit das Nachklingen noch deutlich zu hören sey; am besten die schwache Seite

dem Ohr zugekehrt, in senkrechter oder horizontaler Lage.

Nachdem sie mit einem Messerheft oder dergl. angeschlagen worden, bewege man sie vor dem Ohr hin und her. Hält man sie senkrecht, so mache man die Bewegung vor dem Ohr vorbei, in horizontaler Richtung; hält man sie horizontal, so mache man die Bewegung in verticaler Richtung.

Wenn man, bei gehöriger Stille, aufmerkt, so wird man finden, dass in dem Momente, in dem die Platte im Vorbeiführen mitten vor dem Ohr ist, der leise Ton verschwindet, und weiterhin wieder erscheint.

In sehr geringer Entfernung der Platte vom Ohr, z. B. von einem Zolle, ist der Ton stärker, und das Verschwinden eben deshalb merklicher; doch ist es auch in einer Entfernung von sechs Zollen noch nicht unmerklich.

Bei einiger Uebung kann man die Platte in der Verschwindungsstelle ein Paar Secunden still halten, da dann der Ton so lange ausbleibt, und wieder erscheint, wenn man die Platte weiter führt.

Um die Lage der Verschwindungsstelle zu bestimmen, braucht man nur die Platte, wenn der Ton verschwunden ist, gerade gegen das Ohr zu führen, und sie an dasselbe anzudrücken; dies in der senkrechten und in der horizontalen Lage gethan, giebt die Linien auf der Fläche des Ohrs, die sich dicht hinter und über dem vordern Blatte, (*tragus*,) der Oeffnung des Gehörganges gegenüber,

durchschneiden. Sie sind in der hier beigefügten Figur 2, Taf. I, mit *AB* und *DE*, und der Durchschnitt mit *C* bezeichnet. Man denke sich diese Linien an beiden Ohren und ziehe in Gedanken die Linie von einem Durchschnittspunkte zum andern, d. h. die Querachse des Kopfs zwischen den Ohröffnungen. In dieser beiderseits verlängerten akustischen Achse scheint die Verschwindungsgegend zu seyn.

Die Ausdrücke: Punkt, Linie, Ebene, sind hier übrigens nicht gerade im strengsten geometrischen Sinne zu nehmen; denn eine kleine Verrückung verträgt die Platte, ohne aus der Verschwindungsstelle zu kommen; vielleicht aber kaum $\frac{1}{10}$ Zoll.

Wird die Platte in der Verschwindungsstelle selbst angeschlagen, so hört man nur den harten Schall des Anschlags, und auch diesen gleichsam erstickt und etwas unangenehm für das Trommelfell; hingegen nichts von dem sanften Nachklingen, — welches aber dann sogleich erscheint, wenn man die Platte etwas seitwärts rückt.

Da die Erfahrung zu den feinern akustischen Wahrnehmungen gehört, so fürchte ich freilich, daß sie nicht jedem sogleich gelingen werde; indessen werden aufmerksame und geduldige Beobachter sich gewiß bald überzeugen, daß sie richtig und keine Täuschung ist. Ich selbst habe sie durch sehr oft und zu verschiedenen Zeiten wiederholt. Versuche bestätigt, und einer meiner Bekannten, der auch ein geübtes Gehör hat, findet Alles eben so,

wie ich. Uebrigens ist die Sache nichts weiter als eine physikalische Pagatelle, die ich aber doch auch von andern Physikern bestätigt und erklärt sehen möchte. Ich glaubte anfangs, dass bloß die Hervorragung des *tragus* oder *antitragus* der Grund sey; allein das fiel von selbst weg, da ich die Lage der Verschwindungsstelle gehauer bestimmte.

Deffau

den 19ten April 1804.

Gerhard Ulrich Anton Vieth,
Director und Professor der Mathematik.

XI.

**PHYSIKALISCHE PREISFRAGE
der zweiten Teyler'schen Gesellschaft zu
Haarlem auf den 1sten April 1805.**

„Was kann man über die Identität des Lichtkoffs mit dem Wärmetstoffe aus den darüber angestellten Versuchen mit Grund bestimmen?“

Der Preis ist eine goldene Medaille, 400 holl. Gulden werth. Die Preischriften können in holländischer, lateinischer, französischer oder englischer Sprache verfasst, müssen aber mit lateinischen Lettern geschrieben seyn.

XII.

PREISVERTHEILUNG UND PREISFRAGEN
der

Göttinger Societät der Wissenschaften.

Die mathematische Klasse der Societät hatte für den November 1803 die Hauptpreisfrage auf Untersuchungen über die Erwärmungsfähigkeit der Körper in dem Sonnenlichte gesetzt, (*Annalen*, IX., 253.) Sie erhielt über diesen Gegenstand 2 Abhandlungen. Die eine, mit dem Motto: *Homo naturae minister et interpres*, lief, zwar spät, aber noch vor dem Einsendungstermine, ein, nachdem der Verfasser schon einige Zeit vorher das vollständige Tagebuch seiner mit sehr viel Genauigkeit und Sorgfalt angestellten Versuche, nebst einem Kasten, worin eine Probe der von ihm gebrauchten Thermometer und vieler Metall- und anderer Kugeln befindlich war, eingeschickt hatte. Die Societät bemerkte sehr bald, dass den so mühsamen und kostspieligen Versuchen über jenen Gegenstand sich ein sehr einsichtsvoller und thätiger Naturforscher unterzogen hatte, und der Gegenstand selbst so bearbeitet war, dass durch Absonderung der brauchbaren Versuche von den zweideutigen und durch Nebenumstände verstellten, und durch eine genaue Beschreibung der bei den Versuchen angewandten Apparate, Vorrichten und Hülfsmittel, alles geleistet war, was den Wünschen der Societät entsprechen könnte.

Die Versuche hat der Verfasser mit 66 verschiedenen Körpern, namentlich Gold, Silber, Blei, Kupfer, Zinn, Zink, Quecksilber, Wismuth, Messing, Eisen, Antimonium, Nickel; Mischungen aus Kupfer und Blei, Zinn und Blei und verschiedenen andern Metallen;

Kalk- und Sandstein, Glas, Schwefel, Phosphor, weißem Wachs, Elfenbein, Molybdän; schwarzer, rother und weisser Kreide; Gyps, verschiedenen Thorarten, gelbem Ocher, Ziegelstein, schwarzen Horn, 18 verschiedenen, zum Theil ausländischen, Hölzern; Büchen- und Tannenkohle; Alkohol; Terpentinhöhl; Schwefelsäure; Mandelöhl; Salpetersäure; Fett; rothem Quecksilberpräcipitat; Seinen Lycop. und Wasser, angestellt, und hierbei oft mehrere Stunden lang von Minute zu Minute den Gang ihrer Erwärmung in dem Sonnenlichte beobachtet. Auch hat er sorgfältig die absoluten und specifischen Gewichte der angewandten Körper bestimmt, und bei jedem Versuche, der alle Mahl mit 6 Körpern zugleich angestellt wurde, den Zustand der Atmosphäre angegeben: Thermometerstand im Schatten und im Sonnenlichte, Barometerhöhe, Beschaffenheit des Windes, Feuchtigkeit der Luft, und was sonst auf die Versuche Einfluss haben konnte. Den Körpern selbst hat er die zu gegenwärtigem Zwecke bequemste Form einer Kugel, (von etwa 1 pariser Zoll im Durchmesser,) gegeben, und sie mit einer cylindrischen, bis in den Mittelpunkt hinab gehenden, Höhlung versehen, um die Kugel eines sehr empfindlichen Thermometers aufzunehmen. Das Uebrige der Höhlung wurde dann mit einer Art von Ppropf verschlossen, der gleichfalls cylindrisch, und aus zwei Stücken der- gestalt zusammen gefügt würde, dass er die Röhre des Thermometers umfasste. Er diente so zugleich zur Befestigung des Thermometers, dass es mit dem Körper selbst an ein schickliches Gestell aufgehängt werden konnte. Der Ppropf bestand, wo es anging, immer aus der Materie des zu untersuchenden Körpers selbst, und der Zwischenraum zwischen dem Ppropfe und der Thermometerkugel wurde auch noch mit Spänen und Puttern von derselben Materie angefüllt.

Der Verfasser bemerkte bei der wirklichen Anstellung der Versuche sehr bald, dass der verschiedene Glanz der gebrauchten Körper, zumahl der Metalle, einen erheblichen Einfluss auf ihre Erwärmungsfähigkeit im Sonnenlichte hatte. Er hat daher auch eine Menge von Versuchen angeft. lt, wo diesem Nebenumstände dadurch abgeholfen wurde, dass er die Kugeln mit Tüche schwärzte, und folglich ihre Oberfläche in Absicht auf die Zurückwerfung des Sonnenlichtes durchaus in einen gleichen Zustand versetzte, welches für die wahre und eigenthümliche Erwärmungsfähigkeit ihrer *Masse* von grosser Wichtigkeit war. Bei andern Versuchen wurden die Kugeln auch mit einer weissen Farbe überzogen. Die Resultate seiner Versuche sind auf diese Art nach den verschiedenen Zuständen der Oberfläche der angewandten Körper geordnet. Flüssige Materien wurden in dünne Glaskugeln eingeschlossen, wobei denn freilich die ganz reine Erwärmungsfähigkeit derselben, wegen der Glashülle, nicht unmittelbar, sondern erst durch Hülfe einiger Nebenbetrachtungen gefunden werden konnte, so wie man denn überhaupt leicht einsieht, dass mit mehreren Versuchen Rechnungen verbunden werden mussten, um die comparativen Verhältnisse der Erwärmung, den grössten Grad der Wärme, u. dgl., gehörig zu erhalten. Auch wurden einige Versuche über die allmähliche Abnahme der Wärme, welche die Körper in dem Sonnenlichte erhalten hatten, ange stellt, woraus sich die Folgerungen in Absicht auf die Wärmeleitungsfähigkeit der Körper machen lassen, die der Verfasser noch in einer zweiten Abhandlung mittheilen will, die zwar eigentlich die Preisfrage selbst nicht betrifft, aber doch sonst von Wichtigkeit seyn wird. Denn da die Erwärmung der Körper durch das Sonnenlicht wahrscheinlich durch eine Capacitätsänderung der Körper, oder, wenn man will, durch einen che-

mischen Einfluss des Sonnenlichtes hervor gebracht wird; so lässt sich erwarten, dass, wenn sich die im Sonnenlichte erwärmsten Körper wieder abkühlen, und also die entstandene sensible Wärme, wenigstens zum Theil, wieder in specifische oder gebundene übergeht, die Erkaltungsgesetze ganz anders ausfallen müssen, als wenn Körper bloß durch Mittheilung der Wärme von andern erwärmt gewesen sind.

Man wird überhaupt nicht zweifeln, dass die sämmtlichen Versuche des Verfassers zur Erweiterung der Wärmelehre von sehr grossem Nutzen seyn werden, und das um so mehr, da über den vorgelegten Gegenstand fast noch gar keine Versuche bekannt waren. Sie zeigen in Absicht auf die Erwärmungsfähigkeit der Körper in dem Sonnenlichte oft sehr auffallende und unerwartete Verhältnisse, welche die grösste Aufmerksamkeit verdienen, und den Forscher zu manchen neuen Auffchlüssen und Untersuchungen den Weg vorbereiten. Es ist hier der Ort nicht, die zahlreichen, von dem Verf. gefundenen, Verhältnisse auszuzeichnen; und da die Abhandlung ohne Zweifel auch bald im Drucke erscheinen wird, so begnügen wir uns hier im Allgemeinen mit der Anzeige ihres Inhalts. Ein Mitglied der Societät hätte gewünscht, unter den untersuchten Körpern noch zwei andere zu finden, nämlich die Platina, und das Rohr, als einen vegetabilischen Körper, dessen leichtes Annehmen von Wärme ihn sogar schon den Gärtnern in Holland bei Treibereien empfiehlt.

Uebereinstimmend fiel das Urtheil der Societät dahin aus, dass dieser Abhandlung mit vollem Rechte der ausgesetzte Preis gebühre. Nach Eröffnung des versiegelten Zettels wurde als Verfasser bekannt, Herr Karl Wilhelm Böckmann, Prof. der Naturlehre in Carlsruhe, den man auch schon durch mehrere in-

teressante Schriften und Aufsätze als einen sehr thätigen Naturforscher kennt.

Die zweite Abhandlung, mit dem Motto: *Rom ist nicht in Einem Tage gebauet*, empfiehlt sich zwar ebenfalls durch gute und zweckmäßige Versuche; da sie sich indessen nur mit 12 verschiedenen Körpern beschäftigt, so steht sie der ersten Abhandlung in Rücksicht der Menge von Versuchen bei weitem nach. Jedoch verdient bemerkt zu werden, daß der Verf. bei seinen Versuchen auch auf die Ausdehnung der Körper durch die erhaltene Sonnenwärme Rücksicht genommen, und sie durch ein sehr einfaches und sinnreich angebrachtes Pyrometer zu bestimmen gesucht hat. Bei den Metallen betrug diese Aenderung des Volumens freilich sehr wenig. Etwas beträchtlicher war sie bei den Hölzern, die dann zugleich auch eine Aenderung ihres Gewichts erfuhrten, die dadurch bestimmt wurde, daß der ganze Apparat zugleich an einen empfindlichen Wagebalken hing. Beide Aenderungen möchten jedoch in der Hauptlache keinen grossen Einfluss auf die erhaltenen Resultate haben. Dem Verfasser gebührt das Accessit mit einer ehrenvollen Erwähnung.

Als Verfasser dieser zweiten Abhandlung nannte sich späterhin Fr. Meinshausen, Obermechanicus zu Ludwigslust.

Bei dieser Gelegenheit brachte die Societät nochmals die historische Preisfrage für den November 1804 in Erinnerung: Eine aus den Quellen geschöpfte und mit Auswahl und Kritik abgefasste *Geschichte der Meteorologie*, von den Griechen und Römern an, bis auf die neuern Zeiten, (*Annalen*, XII, 631.) Der Preis ist 50 Dukaten, und der späteste Termin der Einsendung vor Ausgang Septembers gegenwärtigen Jahrs.

Zugleich machte die physikalische Klasse folgende neue Preisfrage für den November 1805 bekannt: Da der

eigentliche Gefäßbau der Gewächse von einigen neuern Physiologen geläugnet, von andern, zumahl ältern, angenommen wird; so wären neue mikroskopische Untersuchungen anzustellen, welche entweder die Beobachtungen Malpighi's, Grew's, du Haniel's, Muttle's, Hedwig's, oder die besondere, von dem Thierreiche abweichende, einfachere Organisation der Gewächse, die man entweder aus einfachen, eigenthümlichen Fibern und Fasern, (Medicus,) oder aus zelligem und röhligem Gewebe, (*tissu tubulaire*, Mirbel,) hat entstehen lassen, bestätigen müßten.

Dabei wären noch folgende untergeordnete Fragen zu berücksichtigen: a. Wie vielerlei Gefäßarten lassen sich von der ersten Entwickelungsperiode derselben an mit Gewissheit annehmen? b. Wenn diese wirklich existiren, sind die gewundenen Fasern, welche man Spiralgefäßse. (*vasa spiralia*) nennt, selbst hohl, und bilden sie also Gefäße, oder dienen sie durch ihre Windungen zur Bildung eigner Kanäle? c. Wie bewegen sich in diesen Kanälen die tropfbaren Flüssigkeiten so wohl, als Luftarten? d. Entstehen durch Verwachsung dieser gewundenen Fasern die Treppengänge, (Sprengel,) oder umgekehrt jene aus diesen? (Mirbel.) e. Entstehen aus den Treppengängen Splint (*alburnum*, *taubier*) und Holzfasern, oder diese aus ursprünglich eigenthümlichen Gefäßen, oder dem röhrligen Gewebe?

XIII.

PREISVERTHEILUNG.

Zur Beantwortung der Preisfrage der *Landhaushaltungs-Gesellschaft zu Kopenhagen*, über die *Anwendung der Knochen zur menschlichen Nahrung*, waren 9 Abhandlungen bei der Gesellschaft eingelaufen. In der Versammlung, welche sie am 3ten Mai dieses Jahres hielt, wurde die grosse goldene Medaille, als erster Preis, der Abhandlung zuerkannt, deren Verfasser der Professor E. Viborg bei der Veterinär-Schule und der Commerzcollegien - Professor Rafn sind. Die zweite goldene Medaille, als Accessit, erhielt die Abhandlung des geheimen Raths Hermanns in Berlin.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1804, SECHSTES STÜCK.

I.

BEOBACHTUNGEN
über die Strahlenbrechung,
ange stellt
zu Eckwarden an der Jahde
vom

Dr. H. W. BRANDES.

Dass die scheinbare Höhe, um welche wir Gegenstände auf der Erde über dem Horizonte erhoben sehen, wegen der Strahlenbrechung in unserer Atmosphäre von derjenigen Höhe etwas verschieden ist, welche dem Gegenstande nach seiner Lage, bloß geometrisch betrachtet, zukommen würde, oder in welcher wir ihn sehen müssten, wenn der Lichtstrahl von ihm durch ein Vacuum zu uns käme, ist eine allgemein und lange bekannte Sache. Aber wie gross dieser Höhenunterschied, oder die Krümmung des Lichtstrahls sey? — ob sie constant ist, oder zwischen welchen Gränen sie variire? — von welchen Veränderun-

gen im Zustande der Atmosphäre solche Variationen hervorrufen mögen? — wie sie von der Entfernung, wie von der Höhe des Gegenstandes abhängen? — welche Änderung sich ergebe, wenn der Beobachter seinen Standpunkt höher oder niedriger wählt? — das sind Fragen, deren einige man zwar früh genug aufwarf und beantwortete, jedoch früher, als man daran gedacht zu haben scheint, die Natur selbst über die Richtigkeit dieser Antworten zu befragen.

In neuern Zeiten ist bekanntlich durch Beobachtungen etwas mehr für diesen Gegenstand geleistet worden, da Herrn Woltmann's und anderer Bemühungen allerdings dahin gingen, für einige jener Fragen eine mehr der Natur gemäße Beantwortung zu finden; gleichwohl bleibt noch sehr vieles zu untersuchen übrig. — Eine kurze Uebersicht der aus den bisherigen Beobachtungen hervor gehenden Resultate stünde hier vielleicht nicht am unrechten Orte; aber der Mangel an litterarischen Hilfsmitteln, dem man in einem etwas entlegenen Dorfe nicht wohl abhelfen kann, macht es mir unmöglich, diese mit einer auch nur mässigen Vollständigkeit zu liefern, *) und nö-

*) Eine solche kurze Uebersicht findet der Lefer in dem Artikel: *Strahlenbrechung*, in den *Annalen*, XII, 736. Möge sie Hrn. Dr. Brandes veranlassen, diese Materie mit der ihm eignen Klarheit und Gründlichkeit noch mehr zu erschöpfen.

thigt mich sogar, um die Nachsicht des Lesers zu bitten, wenn etwa Unbekanntschaft mit einigen jener Bemühungen durchblicken sollte, so ungeziemend eine solche Unbekanntschaft auch immerhin demjenigen seyn mag, der Hoffnung erregt, etwas Neues zu sagen. Indess, neu oder nicht neu, — alle Mahl darf man doch hoffen; dass eine Reihe von Beobachtungen, wo nicht zu neuen Kenntnissen, doch wenigstens zur Bestätigung oder Berichtigung der schon erlangten dienen könne.¹

Zweck der Beobachtungen.

Da aus Hrn. Woltmann's Beobachtungen²⁾ bekannt war, dass die scheinbare Höhe entfernter Gegenstände über dem Horizonte sehr veränderlich ist; so schien es der Mühewert, zu untersuchen, ob es bestimmte Regeln gebe, nach welchen diese Variation theils von der Entfernung und Höhe des Gegenstandes, theils von dem höhern oder niedrigeren Standpunkte des Beobachters abhänge. Beobachtungen, welche bestimmt auf die Aufführung solcher Regeln gerichtet gewesen wären, konnte ich nicht, und von theoretischen Regeln

Um ihm dazu desto mehr Veranlassung zu geben, unterdrücke ich alle Bemerkungen zu gegenwärtigem Auffatze, so vielen Stoff mir auch jene Uebersicht dazu an die Hand zu geben schien.

d. H.

¹⁾ Man sehe von ihnen Annalen, III, 397 f., und IX, 34 f.

d. H.

I 2

lässt sich wohl hier, wo wir noch so manche Umstände nicht kennen, wenig Gewisses erwarten.

Sollten aber solche Regeln durch Beobachtungen entdeckt werden, so kam es vor allen Dingen darauf an, die Gegenstände, deren Höhenänderung mit einander verglichen werden sollte, so zu wählen, dass alle übrige Umstände bei ihnen möglichst gleich wären. Dieses hätte sich nun in unserm flachen Lande, wo die Erdfäche bis auf unbedeutende Kleinigkeiten ganz eben ist, wo der Boden überall von einerlei Art ist, u. s. w., wohl erreichen lassen; aber die Lage meines Wohortes erlaubte mir alsdann nicht, Gegenstände, die weiter als 1 Meile entfernt lagen, zur Beobachtung zu wählen, da in der einzigen Gegeng, wo meine Gesichtslinie weiter als 1 Meile über Land geht, (nach Osten,) sich kein brauchbarer Gegenstand fand. Um also Gegenstände von ungleicher Entfernung zu erhalten, hätte ich einige sehr nahe wählen müssen, und ich wusste nicht, ob die Höhenänderungen alsdann nicht so unbedeutend werden würden, dass sie sich unter den Beobachtungsfehlern verlören. Ich musste daher für die Hauptreihe meiner Beobachtungen Gegenstände jenseits der Jahde wählen, und mich begnügen, dieselben so auszusuchen, dass die Lage möglichst ähnlich, wenn auch nicht ganz gleich wäre. Doch unternahm ich zugleich einige Beobachtungen an Gegenständen, die im Lande, und ziemlich nahe lagen; und da diese beweisen, dass selbst bei ge-

ringen Entfernungen noch sehr merkliche Variationen der scheinbaren Höhe Statt finden, so hoffe ich im nächsten Sommer eine vollständige Reihe von Beobachtungen an solchen Gegenständen anzustellen, von denen der Lichtstrahl ganz über eine trockene Erdfäche zum Auge kommt. Inzwischen glaube ich auch die bisherigen, auf ungleich entfernte Gegenstände gerichteten Beobachtungen nicht ganz verwerfen zu dürfen, obgleich einige Verschiedenheit der Gegend, über welche der Weg des Lichtstrahls ging, Statt findet, da mehrere der beobachteten Gegenstände dicht am Ufer der Jahde, andere etwas im Lande lagen, auch die Gesichtslinie nach einigen über tiefes Wasser, nach andern über flache Sand- und Schlammgründe ging, die bei der Ebbe trocken werden.

Methode der Beobachtung.

Ueber die Methode der Beobachtung brauche ich wenig zu sagen, da es die ganz einfache, auch von Hrn. Woltmann gebrauchte, ist, wo nämlich zwei Signalpfähle nach der Richtung des zu beobachtenden Gegenstandes gesetzt werden, und man am einen das Fernrohr so hoch erhebt oder herab senkt, bis die Oberfläche des Gegenstandes gerade von der ebenen Oberfläche des zweiten Pfahls verdeckt wird. Die Verschiedenheit der Höhe des Fernrohres, welche man in Zollen, u. s. f., erhält, giebt die Variation der scheinbaren Höhe des Gegenstandes an, und diese drückt

man leicht in Minuten und Secunden aus, wenn man die Höhenunterschiede in der Lage des Fernrohres als Bogen eines Kreises betrachtet, dessen Radius die Entfernung der beiden Signalpfähle von einander ist.

Größe der Fehler, welche bei diesen Beobachtungen vorkommen.

Die Forderung, das Fernrohr so hoch zu erheben oder zu senken, dass die Oberfläche des zweiten Pfahls genau die Oberfläche des beobachteten Gegenstandes decke, lässt sich nicht mit der allerstrengsten Genauigkeit erfüllen. Selbst bei den günstigsten Umständen, wo der Gegenstand völlig deutlich erscheint, bleibt doch eine kleine Unsicherheit übrig, so fern man nämlich ein geringes Vorragen des einen oder andern wegen der Kleinheit des Sehwinkels nicht mehr wahrnehmen kann. Bei einem Fernrohre von ziemlicher Vergrößerung könnte dieser Fehler doch wohl 3 Sec. betragen; und wenn es sich bei Vergleichung zweier Beobachtungen träfe, dass ein Mahl das Signal und das andere Mahl der beobachtete Gegenstand um diese Größe hervorgeagt hätte, so würde in dem Resultate dieser Vergleichung ein Fehler von 6 Sec. Statt finden können.

Es lässt sich aber leicht übersehen, dass man hier wohl grössere Fehler erwarten darf. Man sieht die Gegenstände selten so völlig klar, als

nothwendig wäre, um Theile zu unterscheiden, deren Sehwinkel nur so klein ist, und bei einigen, die man nicht am äußersten Horizonte gegen den hellen Himmel sieht, sondern hinter denen andere dunkle Gegenstände liegen, ist die ganz scharfe Bestimmung der Gränze noch schwieriger. Hierzu kommt, zumahl bei windigem Wetter, der Mangel an Ruhe, an der gehörigen Festigkeit des Instruments, u. s. w.

Wie grosse Fehler bei dieser Reihe von Beobachtungen ungefähr vorgekommen sind, lässt sich am besten aus Folgendem schliessen. Es wurden unter andern von *einem* Standpunkte aus drei gleichentfernte, dicht bei einander liegende Gegenstände, (zwei Häuser und die Kirche im Dorfe Seefeld,) beobachtet, an denen nichts verschieden war, als ihre Höhe. Der Unterschied ihrer scheinbaren Höhe blieb nicht immer gleich gross; aber es war doch wohl gewiss, dass, wenn der Höhenunterschied des höchsten und niedrigsten Gegenstandes sich einmal kleiner fand, als zur andern Zeit, alsdann auch der Gegenstand von mittlerer Höhe eine ähnliche Aenderung zeigen musste. Gaben die Beobachtungen dies anders an, so konnte das nur von Fehlern in der Beobachtung selbst herrühren, und ich kann wohl annehmen, dass unter den funfzig Reihen dieser Beobachtungen einige vorkommen, wo der Fehler so gross ist, als er überhaupt hier werden könnte. Unter diesen Beobachtungen finden sich zwar manche, wo der

mittlere Gegenstand um 7" höher oder niedriger angegeben ist, als er in Vergleichung mit den beiden andern seyn konnte; bei einigen steigt der Fehler auch wohl auf 10 Sec.; aber bei äusserst wenigen auf 14 Sec. Da nun hier die Bestimmung des Fehlers schon aus Vergleichung zweier Beobachtungen, die beide etwas fehlerhaft seyn konnten, hergeleitet ist; so kann ich wohl mit Sicherheit annehmen, daß nur wenige Beobachtungen vorkommen, die, einzeln betrachtet, einen Fehler von 8 Sec. enthalten; und bei den allermeisten ist er gewiss, wie die nähere Vergleichung jener drei Reihen zeigt, ganz unbedeutend.

Lage der Standpunkte; Entfernungen der Signalpfähle, u. s. f.

Da unsre Marschen gegen die Jahde bedeicht sind, so wurden die Beobachtungsplätze, um die jenseitigen Gegenstände zu sehen, am besten auf diesen Deichen genommen. Nur Eine Station wurde außerhalb des Deiches gewählt, um die Untersuchung, welchen Einfluß die Höhe des Standpunktes habe, anstellen zu können. Ich lege eine kleine Zeichnung von der Lage des Deichs in dieser Gegend bei, (Taf. II, Fig. 1,) um mich auf die darin gebrauchten Buchstaben beziehen zu können, und die Beschreibung der Standpunkte abzukürzen. Es waren eigentlich vier Standpunkte, von wo aus Beobachtungen ange stellt wurden, nämlich die mit *I, A, C, H* bezeichneten Punkte.

Der Pfahl *I* stand auf einem niedrigen Boden, und das Auge des Beobachters war in den meisten Fällen 4 bis 5 Fuß über die mittlere Fluthhöhe erhoben; nur bei sehr starker Refraction musste man das Fernrohr wohl 2 Fuß tiefer, und einige Mahl noch niedriger herab senken. Es wurde über *K* die Oberfläche der Kirche in Bockhorn beobachtet; die Entfernung *IK* war = 830 oldenb. Fuß, also 1 Zoll Erhebung des Fernrohres = 20,7 Secunden im Bogen:

Der zweite Standpunkt *A* liegt auf dem Deiche, so dass das Auge des Beobachters in den meisten Fällen 18 bis 19 Fuß hoch über der mittleren Fluthhöhe war. Hier wurde nach drei verschiedenen Richtungen beobachtet: über *E* die Oberfläche der Kirche in Bockhorn; über *D* die Oberfläche eines Hauses in Damgast und zugleich die Oberfläche einer dortigen grünen Anhöhe, (indem man die Lage des Fernrohres so änderte, dass die Spitze von *D* anfangs die Oberfläche des Hauses, dann die der Anhöhe deckte;) Endlich wurden über *H* und die dicht dabei stehenden Pfähle *F*, *G* drei Gegenstände im Seefeld und der dortige Deich beobachtet. Hier waren die Entfernungen *AE* = 1242 Fuß; *AD* = 1177 Fuß, *AH* = 1228 Fuß, mit *AF*, *AG* gleich gross. Bei der ersten Beobachtung betrug also 1 Zoll Erhebung oder Senkung des Fernrohres = 13'',8; bei der zweiten Beobachtung = 14'',6; und bei der dritten = 14'',0.

Der dritte Standpunkt war in C ungefähr gleich hoch mit dem vorigen. Von hier aus wurden zwei Gegenstände, welche liesseits der Jahde lagen, beobachtet, von denen also der Lichtstrahl ganz über eine trockene Erdfläche zum Auge kam. Der erste war ein Haus am Tossenser Deiche in der Richtung CA, der zweite ein sehr viel näheres Haus am Eckwarder Deiche in der Richtung CH. Die Entfernung der Signalpfähle sind $CA = 860$ Fuß, $CH = 993$ Fuß, so dass also in der ersten Linie 1 Zoll Erhebung des Fernrohres $20',0$, in der letzten Linie $17'',3$ beträgt.

Der vierte Standpunkt H endlich diente zu Beobachtung der Höhe eines Hauses am Heppenser Deiche jenseits der Jahde und dieses Deiches selbst, nach der Richtung HB. Die Höhe dieses Standpunkts ist den beiden vorigen sehr nahe gleich; die Entfernung $HB = 1025$ Fuß, also der Werth eines Zolles $= 16',8$.

Diese Beschreibung zeigt zugleich, dass die Beobachtungen nicht vollkommen gleichzeitig seyn konnten; denn es vergingen gewöhnlich 15 bis 20 Minuten, ehe die ganze Reihe beendigt wurde. Gleichwohl sind meisten Theils die Beobachtungen im Journale neben einander gesetzt und als gleichzeitig vorgestellt, weil man in den meisten Fällen annehmen kann, dass in so kurzen Zwischenzeiten die Refraction sich nicht merklich ändert; ja denjenigen Fällen aber, wo so schnelle Aenderungen zu vermuten waren, ist die Zeit jeder Beobachtung besonders angemerkt.

Lage und Entfernung der beobachteten Gegenstände.

Die Namen der Orte, wo die beobachteten Gegenstände lagen, habe ich eben schon erwähnt; ich will jetzt ihre Lage näher beschreiben. Vielleicht thue ich etwas Ueberflüssiges, wenn ich hier die ganze Gegend beschreibe, über welche der Lichtstrahl seinen Weg bis zum Auge nehmen musste; aber da es noch unentschieden ist, ob nicht die Änderungen der Refraction mit hiervon abhängen, so glaube ich doch diese Beschreibung nicht übergehen zu dürfen.

Die Kirche zu Bockhorn ist 64000 rheinl. Fuß entfernt,^{*)} und liegt südwestwärts, mit einer Abweichung von etwa 45° vom Meridian, in einer sandigen Gegend, auf einer kleinen Anhöhe, beinahe 18000 Fuß vom Ufer der Jahde. Die Lichtstrahlen von daher gehn zuerst 8000 Fuß über Sandgrund, dann aber bis ans Ufer der Jah-

*) Von I an gerechnet sind es 65400 F.; ich glaube nicht, dass dieser Unterschied von Einfluss ist. Uebrigens sind diese Entfernungen auf rheinl. Fuß reducirt, um Vergleichungen mit andern Beobachtungen zu erleichtern. Bei den Entfernungen der Signalpfähle musste ich das oldenburgische Maass beibehalten, weil die Höhenänderung in der Lage des Fernrohres in diesem Maasse ausgedrückt war; auch sind diese Entfernungen zu andern Vergleichungen unwichtig.

de über eine niedrigere Marschgegend, und kommen, vom Ufer der Jahde ab, nicht eher wieder über trockenes Land, als bei dem Signale E am hiesigen Ufer. Diese ganze Strecke ist bei voller Fluth allenthalben mit Wasser bedeckt, bei tiefster Ebbe hingegen werden am jenseitigen Ufer ein schlammiger Wattgrund, etwa 8000 Fuß breit, und einige kleine Sandbänke von Wasser entblößt.

Das beobachtete *Haus in Damgast* ist 37600 Fuß, und die zugleich beobachtete grüne Anhöhe 33000 rheinl. Fuß entfernt. Der Zwischenraum zwischen beiden ist eine sandige Anhöhe, die bis ans Ufer der Jahde reicht, von wo an der Lichtstrahl noch etwa 4000 Fuß über flache Wattgründe geht, die bei der Ebbe trocken werden, bei Fluth aber mit Wasser bedeckt sind. Der folgende Theil des Weges, den der Strahl durchläuft, ist fast einerlei mit dem bei der Bockhorner Kirche erwähnten, da die Richtungen, nach welchen diese Gegenstände liegen, wenig verschieden sind; es ist nämlich des Hauses in Damgast Entfernung vom Meridian 40 Grad westl.

Seefeld ist ein Dorf in der oldenburgischen Marsch, wohin die Gesichtslinie auch größten Theils über Wasser geht. Es liegt gegen Südosten, 50° vom Meridian, 34500 Fuß entfernt. Hier waren zwei Häuser von ungleicher Höhe und die noch höhere Kirche die Gegenstände der Beobachtung; alle drei liegen nahe bei einander, und alle Umstände sind daher bei ihnen gleich, bloß

die Höhe ausgenommen. Der Lichtstrahl geht bis an den Deich 7700 Fuß weit über eine Marsch-ebene, und dann noch etwas mehr als 2000 Fuß weit über trockenes begrüntes Land, welches außerhalb des Deiches liegt. Auch der eben erwähnte, in derselben Richtung liegende Deich wurde zugleich mit beobachtet. Die Gesichtslinie von demselben her geht, wie ich schon erwähnte, anfangs 2000 Fuß weit über trockenes Land, dann aber durch eine Strecke von beinahe 14000 Fuß über Wattgründe, wovon ein Theil sehr hoch ist und nur um die Zeit der vollen Fluth eine oder einige Stunden mit Wasser bedeckt wird; der übrige Theil ist niedrig, so dass erst gegen die Zeit der niedrigsten Ebbe die ganze Fläche von Wasser entblößt wird. Weiterhin gehen die Lichtstrahlen bis ans hiesige Ufer über tieferes Wasser; und nur dicht am Ufer wird bei Ebbe wieder eine kleine Strecke von Wasser frei.

Die beiden letzten Gegenstände endlich, die jenseits der Jahde lagen, waren ein *Haus am Hennenser Deich* und die Oberfläche dieses Deiches selbst. Die Richtung dahin ist fast genau westlich, die Entfernung des Hauses 17500 rheinl. Fuß, die des Deichs sehr wenig kleiner; beide liegen nur 200 Fuß vom Ufer der Jahde ab, und der Lichtstrahl geht an beiden Ufern der Jahde nur über schmale Streifen von Watt, das bei der Ebbe trocken wird, meistens aber über tiefes Wasser.

Diese Beschreibung zeigt verläufig, dass un-

ter den ungleich entfernten Gegenständen sich wenigstens einige befanden, bei denen die Lage, nahe am Ufer der Jähde, und die ganze Gegend, worüber die Gesichtslinie ging, so ähnlich war, dass sie wohl zu bestimmter Vergleichung dienen können; — wie fern aber die weniger ähnliche Lage einer solche Vergleichung unsicher mache; nauss, wenn die Resultate der Beobachtung es fordern, nachher untersucht werden.

Außer diesen jenseits des Wassers liegenden Gegenständen wurden dann auch noch zwei beobachtet, wohin die Gesichtslinie ganz über trockenes Land geht. Nämlich ein nordwärts liegendes *Haus am Toffenför Deiche*, 21140 rheinl. Fuß entfernt, (5° vom nördl. Merid. östlich,) und ein fast genau nach Osten liegendes *Haus am Eckwarder Deiche*, dessen Entfernung vom Beobachter nur 2840 rheinl. Fuß. betrug. Bei dem letztern ging der Lichtstrahl durch den größten Theil seines Weges nahe über der Oberfläche des Deiches hin, und vielleicht trug dieser Umstand mit dazu bei, die Variationen der scheinbaren Höhe größer zu machen, als man sie bei dieser sehr geringen Distanz erwarten konnte.

Bestimmung des Nullpunktes, von welchem an die Variationen der Höhe gezählt werden.

Ich habe bei der Beschreibung der beobachteten Gegenstände nichts von ihrer scheinbaren

Höhe gesagt; deren Verschiedenheit doch gerade hier von vorzüglicher Wichtigkeit ist. Dieses könnte ich nicht thun, ohne vorher zu bestimmen, welche Angabe derselben ich als die richtige, oder als die Regel annehmen wollte, von der die übrigen bloß zufällige Abweichungen sind. Jeder Gegenstand erscheint bald höher und bald niedriger, und vielleicht niemahls in derjenigen Höhe, die ihm zukäme, wenn gar keine Refraction statt fände; aber wenn man eine ziemliche Reihe von Beobachtungen vergleicht, so sieht man, dass unter den verschiedenen Angaben *eine* vorzüglich häufig wieder kommt, und dass die Fälle, wo der Gegenstand höher oder niedriger erschien, immer seltener vorkommen, je weiter die angegebene Höhe sich von jener entfernt. Dieser Zustand könnte also der gewöhnliche Zustand heißen, und, in Ermangelung eines bestimmten Nullpunkts, fürs erste mit Null bezeichnet werden. Besser wäre es freilich, wenn man die Lage und wahre Höhe des beobachteten Gegenstandes so genau ausmitteln könnte, dass sich bestimmt angeben ließe, wie hoch über dem Horizonte derselbe erscheinen müfste, wenn der Lichtstrahl ganz ungebrochen ins Auge käme. Dann könnte man diese Höhe mit Null bezeichnen, und erhielte in dem hiernach eingerichteten Verzeichnisse der beobachteten Höhen nicht blosse Unterschiede, sondern fogleich den ganzen Winkel, den der gebrochene Strahl am Ende seines Weges mit der Sehne macht;

oder die wahre Gröfse der Refraction selbst. Aber die Bestimmung dieses wahren Nullpunkts der Refraction hat gewöhnlich allzu grofse Schwierigkeiten, da man über die Höhe des Gegenstandes selten bis auf 1 Fuß würde gewiss werden können, ohne wenigstens ein oberflächliches Nivelllement durch die ganze Gegend zu Hilfe zu nehmen. — Einen Versuch, diesen Nullpunkt ungefähr zu bestimmen, werde ich indess nachher anführen.

Gegen den zuerst erwähnten und im folgenden Journal wirklich gebrauchten Nullpunkt lässt sich allerdings manches einwenden. Es ist nicht ausgemacht, dass bei einer zweiten Reihe von Beobachtungen sich ganz genau dieselbe Höhe wieder am häufigsten finden würde; dieser Nullpunkt lässt sich also nicht mit Sicherheit wieder auffinden. — Ferner, die verschiedenen Gegenstände kamen zu einerlei Zeit zwar ziemlich nahe, aber doch nicht alle genau auf ihren Nullpunkt zurück, und folglich könnte aus künftigen Beobachtungen für verschiedene Gegenstände eine ungleiche Verrückung der Null folgen. — Zu genau vergleichbaren Beobachtungen dient also diese Art, zu zählen, nicht, aber sie scheint mir gleichwohl, um die Variationen auszudrucken, am bequemsten, so lange der wahre Nullpunkt sich nicht bestimmen lässt.

Es versteht sich also nun, wenn von der scheinbaren Höhe eines Gegenstandes über dem

Horizont, als von etwas bestimmtem, die Rede ist, daß alsdann diejenige Höhe zu verstehen sey, in welcher er bei diesem gewöhnlichsten Zustande erschien. Dagegen muß man, um zu finden, wie hoch er zu anderer Zeit gesehen worden, zu dieser bestimmten Höhe diejenige Zahl addiren, welche als zu jener Zeit beobachtet im Journale der Beobachtungen steht.

Scheinbare Höhe der beobachteten Gegenstände.

Der Punkt, wo das Fernrohr an dem Pfahle *I* bei dem erwähnten gewöhnlichen Zustande seine Stelle hatte, welchen ich kurz den Nullpunkt nennen will, lag um 1 Zoll höher als die Spitze von *K*.

Eben so lag an *A* der Nullpunkt für die Oberfläche der Kirche zu Bockhorn $4\frac{3}{4}$ Zoll höher, als die Spitze von *E*; — der Nullpunkt für die Oberfläche des Hauses in Damgast $5\frac{1}{2}$ Zoll höher, als *D*; — der Nullpunkt für die Oberfläche der Anhöhe dasselbst $9\frac{1}{8}$ Zoll höher, als die Spitze von *D*; — der Nullpunkt für die Kirche zu Seefeld $3\frac{1}{2}$ Zoll niedriger, als die Spitze von *H*; — der Nullpunkt für das höhere Haus in Seefeld 5 Zoll höher, als *F*; — der Nullpunkt für die Oberfläche des niedrigsten Hauses in Seefeld $8\frac{3}{4}$ Zoll höher, als die Spitze von *G*; — der Nullpunkt für die Oberfläche des Seefelder Deichs endlich $10\frac{3}{4}$ Zoll höher als eben diese Spitze von *G*.

Für die Beobachtungen, welche in C angestellt wurden, lag der Nullpunkt für das Haus am Fos-sener Deiche $1\frac{7}{8}$ Zoll niedriger, als die Spitze von A; — für das nähere Haus am Eckwarder Deiche $4\frac{1}{4}$ Zoll höher, als H.

Endlich wurden von H aus die Oberfläche eines Hauses am Heppenser Deiche und dieses Deiches selbst beobachtet; der Nullpunkt für erstere lag $7\frac{1}{4}$ Zoll niedriger, für letztere $6\frac{1}{2}$ Zoll höher, als die Spitze von B. *)

Hieraus ergeben sich folgende *scheinbare Höhen* der beobachteten Gegenstände:

Von I aus erschien die Oberfläche der Beck-

*) Diese Höhen sind zwar mit keinen sehr vollkommenen Hilfsmitteln bestimmt worden, indess sind es die Mittel aus mehrern nicht weit von einander abweichenden Bestimmungen, und ich glaube behaupten zu dürfen, dass sie nur sehr wenig von der Wahrheit abweichen können. Bloß bei der Bestimmung der Höhe von P musste ein Fehler begangen seyn, der sich zu spät entdeckte, weil ich die Berechnung erst vornehmen konnte, nachdem die Signale schon weggesommen waren. Diese Höhe und die daraus abgeleiteten von F und G mussten daher aus einigen indirekten Bestimmungen hergeleitet werden, die für den Fall eines Irrthums zu Hilfe genommen waren: deswegen sind diese nicht ganz so sicher als die übrigen, doch glaube ich nicht, dass die Unsicherheit in den Bestimmungen der Höhenwinkel auf $10''$ geht. Br.

horner Kirche = 21" unter der scheinbaren Horizontallinie.

Von A aus erschien die Oberfläche derselben = 1' 6" unter der scheinbaren Horizontallinie; die Oberfläche des Hauses in Damgast = 1' 23" unter derselben;

die Oberfläche der Anhöhe bei Damgast = 2' 13" unter derselben;

die Oberfläche der Kirche zu Seefeld = 0' 47" über der scheinbaren Horizontale;

die Oberfläche des höhern Hauses dafelbst = 1' 10" unter derselben;

die Oberfläche des niedrigern Hauses dafelbst = 2' 3" unter derselben;

die Oberfläche des Seefelder Deichs = 2' 31" unter derselben.

Von C aus sah man die Oberfläche des entfernten Hauses = 0' 38" über der Horizontallinie; die Oberfläche des näheren 1' 12" unter derselben.

Von D aus endlich erschien die Oberfläche des Hauses am Heppenser Deiche = 2' 2" über der scheinbaren Horizontallinie; die Oberfläche des Deiches = 1' 49" unter derselben.

Versuche, den wahren Nullpunkt zu bestimmen.

Ich habe vorhin versprochen, einiges anzuführen, was zu Bestimmung des wahren Null-

punkts der Refraction, oder derjenigen Höhe, unter welcher man ohne den Einfluss der Refraction den Gegenstand sehen sollte, dienen könne. Die Deiche an der Jähde, deren Höhe ziemlich genau bekannt ist, können hierzu, wenn man nicht die alleräußerste Genauigkeit fordert, recht gut gebraucht werden.

Zuerst will ich ein Paar Beobachtungen anführen, die den Deich in der Linie nach Bockhorn betreffen, die aber, wegen der Schwierigkeit, diesen sehr entfernten Deich deutlich zu erkennen, (da dunkle Gegenstände dahinter lagen,) nicht oft wiederholt werden konnte. Dieser Deich ist 45300 rheinl. Fuß entfernt, und sollte daher, wenn er mit der Lage des Auges gleich hoch wäre, $= 3' 52''$ unter dem scheinbaren Horizonte liegen. Aber seine Höhe mag wohl 5 Fuß geringer seyn, als die Höhe, in welcher sich das Auge befand, wenn er von A aus beobachtet wurde. Für diesen Höhenunterschied kommen etwa $24''$ zu jener Senkung der Gesichtslinie hinzu, oder er müßte, ohne Einfluss der Refraction, $= 4' 16''$ unter der scheinbaren Horizontallinie erschienen seyn. Am 8ten Sept. Morgens, da andere Gegenstände sehr nahe in der mit Null bezeichneten Höhe erschienen, war die scheinbare Tiefe dieses Deichs unter der Horizontallinie $= 3' 31''$, also hätte, wenn Rechnung und Beobachtung ganz genau wären, die Refraction $45''$ betragen, welches $= \frac{1}{10}$ des Bogens auf der Erdoberfläche ist; um welchen der Gegenstand entfernt war.

Eine andere Beobachtung vom 24sten Oct. gab bei ähnlicher Höhe anderer Gegenstände die Tiefe desselben Deichs = $3' 58''$ an, so dass damahls die Refraction nur $18'' = \frac{1}{20}$ jenes Bogens betragen hätte; eine Verschiedenheit, die bei der Undeutlichkeit dieses Gegenstandes wohl zum Theil in der Beobachtung ihren Grund haben kann, ob es gleich auch nicht gerade entschieden ist, dass alle Gegenstände zu derselben Zeit auf ähnliche Weise erhoben scheinen:

Derselbe Deich mag etwa 9 Fuß höher seyn, als die Lage des Auges in I; er hätte daher, von I aus gesehen, $3' 24''$ unter dem Horizonte erscheinen sollen. Am 8ten Sept. war er hier wegen der Ebbe sichtbar und erschien $2' 35''$ unter dem Horizonte; die Refraction hätte also hier $49''$ betragen, oder etwas mehr als $\frac{1}{10}$ des Bogens, der die Entfernung des Gegenstandes ausdrückt. Aber hier erschien auch die Bockhorner Kirche etwas höher, als in der gewöhnlichsten Höhe: es möchte also für den Zustand, wo ich die Null setzte, die Refraction wohl etwas geringer anzusetzen seyn.

Der Seefelder Deich, der öfter beobachtet wurde, mag ungefähr 5 Fuß niedriger seyn, als das Auge bei dieser Beobachtung war. Wegen der Krümmung der Erde sollte er $2' 17''$ unter dem Horizonte liegen; wegen dieser 5 Fuß aber kommen noch $38''$ hinzu, so dass er ohne Refraction $2'. 55''$ unter dem Horizonte erscheinen müsste.

Die Beobachtung zeigte ihn im gewöhnlichen Zustande $2' 31''$ unter demselben, so dass dann die Refraction $24''$ betragen haben müsste, welches $= \frac{1}{11,5}$ des Bogens ist, der die Entfernung abmisst.

Der ebenfalls häufiger beobachtete Heppenser Deich würde, wenn er so hoch wäre, als sich das Auge befand, $= 1' 29''$ unter der scheinbaren Horizontallinie liegen; setze ich aber seine Höhe der Höhe unsers Deichs gleich, das ist, $3\frac{1}{2}$ Fuss niedriger, als wo das Fernrohr seinen Platz hatte, so kommen $40''$ zu jener Tiefe, und er hätte $2' 9''$ unter dem Horizonte liegen müssen, statt dass die Beobachtung, wenn ich die Höhe mit Null bezeichnete, nur $1' 49''$ angab. Die Grösse der Refraction wäre also $= 20'' = \frac{1}{9}$ des Bogens, um welchen er entfernt ist.

Sichere Folgerungen ergeben sich also aus diesen, — freilich auch allzu oberflächlichen Bestimmungen, — nicht, indess scheinen sie doch anzudeuten, dass in dem Falle, wo ich die Refraction mit Null bezeichnete, oder, wo ich den Nullpunkt der Variationen setze, die Ablenkung des Strahls von der geraden Linie wohl etwa auf $\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{10}$ des Winkels, welchen die Verticallinien des Beobachters und des beobachteten Gegenstandes am Mittelpunkte der Erde einschliessen, mögliche gesetzt werden können, — so dass in diesem Falle die Lambertische Regel ungefähr wahr wäre.

Zeit der Beobachtung am
17. Februar 1838.

Witterung u. L. w.

	Uhr	Sec.	
Mars	24	11	10
			Warm. Die Gegenstände erschienen zitternd, u. entfernte neblig.
	25	10	10
		11	10
			Heiter. Kalter Ostwind. Die Gegenstände erlch. neblig, u. wo man nahe an der Ende hinsah, zitternd. Die Gegenst. im Lande gespiegelt, u. stark zitternd.
		5	20
		6	30
		6	40
			Ostwind. Keine Spiegelung mehr, auch ersch. d. Gegenst. weniger zitternd.
	26	5	20
		5	40
		5	50
		6	10
		6	20
			wie gestern Abend.
	27	6	30
			Heiter, warm, schwächer NOwind.
	28	12	
		5	0
			Warm, heiter.
			Abends erschienen einige Gegenstände oberwärts gespiegelt.
	29	4	30
		4	20
		5	10
			Gewölk, verändert. Wind, warm. Um 4 Uhr SO schwächer Wind, trübe Wolken, belond. in Westen; warm.

Haus am Oppenfels Deiche.	Haus am Tossensler Deiche.	Witterung u. f. w.
Min. Sec.	Min. Sec.	
• 33	0 20	Um 5 Uhr 5 Min. fing ein kalter NWwind an zu wehen, die Luft wurde kalt u. in W. sten neblig.
• 0	0 20	Bedeckt; schwacher, aber kalter NWwind.. Die entfernten Gegenst. ersch. neblig.
• 0	0 20	Rauher SWwind; bedeckte Luft; entfernte Gegenst. ersch. neblig.
0 8	0 .	Südwestwind. Heiter.
0 59	0 10	Sehr warm; heiter; schwacher SWwind. Undurchsichtiger Dunst dicht über der Erde, daher Spiegelung u. Zittern der Gegenstände.
0 43	0 0	SOwind. Heiter, warm. Dünste nahe an der Erde.
2 14	0 0	Heiter; warm. Dünste nahe an der Erde.
0 8	0 20	Dicke Wolken. Kalter Südwind.
0 0	0 20	Wolken. Kalter Nordwind. Die entf. Gegenst. waren sehr deutl. sichtbar.

Zeit der Beobachtu

gelt. Um 9 $\frac{1}{2}$ Uhr ersch

irche gespiegelt zu seyn:

nigfältig und sonderbar;
ber andere Gegenst. herv

lagen, ab. Die Spiege

eutlich.

etzt werden sollen.

		Uhr M
April	27	2 1 Mild G
		2 2
		2 3
	30	2 3 Bede
Mai	3	10 Gew
		11
		12 War
		13 ZwiSe
		14 Geiste
	4	11 Zuw
		12
		13 till
	5	10 Linz
	10	4
	14	6 3 tarl
		7
	16	2 3 türn
		8
	18	10 Dickeg
		9
	20	7 3 Lipz
		8
	21	5 Verin
		6
	9	9 Kalt
	11	10
		7 tarl
	7	8
	25	2 Var
		3
	6	6 Feit
	7	7
	26	5 Linz
		6
	28	10 3 Bede
Junius	4	8 3 degit

~~egenst.~~ schnell abnahm.

~~efeld~~ regnete es auch während der im hohen Standp. an-

ersch. zitternd.

~~ender Nebel vor d. unt. Theile der Bockb. Kirche erschien.~~

W.

ald auch

Dünken,

einige G

ger Stellu

wind.

standp. gi

Gegenstä

[. w.

ald auch zu uns und kühlte die Luft ab. Seefeld und das Haus

ünsten, einige Gegenst. erschienen gespiegelt. Abends Ostw.

einige Gegenst. gespiegelt.

er Stellung einige gespiegelt.

vind.

andp. gespiegelt.

eigenstände gespiegelt.

a Standp. aus gespiegelt.

Einer weitern Erklärung wird dieses Verzeichniß eben nicht bedürfen; denn nach den voraus gegangenen Erläuterungen ist der Sinn der darin angesetzten Höhenwinkel deutlich genug. Bloß über einen Ausdruck in der Angabe der Witterung und des Zustandes der Luft muss ich vorläufig bemerken, dass da, wo bloß steht: die Gegenstände erschienen gespiegelt, immer eine Spiegelung unterwärts zu verstehen ist. Die seltner und meistens unbestimmtere Spiegelung oberwärts ist immer durch den Zusatz: *oberwärts*, davon unterschieden.

Ob der Lichtstrahl alle Mahl so gebrochen wird, dass seine Krümmung gegen die Erde concav ist.

Aus den Bestimmungen, die ich vorhin für die wahre Grösse der Refraction, in dem Falle, wo mein Journal Null setzt, zu erhalten suchte, ergab sich, so oberflächlich die Angaben auch immer seyn mögen, doch mit einiger Wahrscheinlichkeit, dass die Abweichung des Strahls von der geraden Linie, alsdann wenigstens, nicht mehr betrage, als $\frac{1}{10}$ des Winkels, den die Verticallinien des beobachteten Gegenstandes und des Beobachters am Mittelpunkte der Erde einschliessen. Nehme ich diesen Satz als wenigstens beinahe richtig an; so erhellit, dass in allen Fällen, wo meine Beobachtung eine grössere Erniedrigung unter die mit Null benannte Höhe angiebt, als jenes Zehntel beträgt, ohne Zweifel eine gegen die Erde zu

convexe Krümmung des Strahls oder eine wahre Depression des beobachteten Gegenstandes statt fand. Das Zehntel der Entfernung ist bei der Bockhorner Kirche = $1' 5''$; diese erschien aber mehrmals tiefer unter dem Nullpunkte, und wäre hiernach an dem niedrigern Standpunkte

am 12ten Apr. um 3 Uhr wenigstens $1' 10''$,
am 21sten Mai um 11 Uhr $0' 7''$,
am 30sten Aug. um $7\frac{1}{2}$ Uhr $0' 7''$,
und am 1sten Sept. um $8\frac{1}{2}$ Uhr $0' 28''$
niedriger erschienen, als die gerade Richtung des Strahls erlaubte.

Von dem hohen Standpunkte aus findet sich für die Kirche zu Bockhorn keine ähnliche Beobachtung; wohl aber für das Haus in Dämgaßt und die dortige Anhöhe. Setze ich das Zehntel der Entfernung dieser beiden Gegenstände gleich = $38''$, so erschien am 20sten Aug. das Haus wenigstens um etwas geringes, die Anhöhe aber um beinahe $20''$ unter derjenigen Höhe, welche der geraden Richtung des Strahls entspricht. Eben das fand an demselben Tage für den Seefelder Deich Statt, der, nach gerader Richtung gesehen, wenigstens $15''$ höher erscheinen müßte, als die Beobachtung anzeigt. — Auch bei dem Hause am Heppenser Deiche giebt das Journal einige Mahl ein grösseres Minus an, als das Zehntel des Bogens, (= $18' :$) ich muß aber gestehen, daß ich die auf diesen Gegenstand gerichteten Beobachtungen nicht für genau genug halte, um auf einzel-

ne, sichere Schlüsse zu gründen; die Vergleichung der Beobachtungen giebt hier oft Abweichungen, die ich von nichts anderm als Beobachtungsfehlern ableiten kann. Vielleicht kam dies daher, weil das Haus beinahe mit dem Giebel hierher gekehrt ist, also nicht so scharf abgeschnitten erscheint, als die übrigen Gegenstände. — Wichtiger aber könnten die Beobachtungen des Hauses am Tof-senfer Deiche seyn, unter denen wenigstens die vom 21sten Mai eine sehr bedeutende Depression angibt, da das Zehntel der Entfernung nur 21" beträgt.

Dieses zusammen treffende Zeugniß einer nicht ganz geringen Anzahl von Beobachtungen, deren jede man, (einzelne Ausnahmen abgereknet,) als bis auf 5" oder höchstens 8" sicher ansehen kann, scheint mir die Behauptung zu rechtfertigen, (welche, wenn ich nicht irre, auch Hr. Woltmann schon aufgestellt hat,) daß der Strahl zuweilen eine gegen die Erde zu convexe Krümmung hat. Vermuthlich ist dieses noch öfter der Fall, als ich hier angedeutet habe, denn ich habe die Grösse der Refraction für den Zustand, wo mein Null steht, ziemlich beträchtlich angenommen: und wenn dieses sich bestätigte, so liesse sich vielleicht eine Hypothese über die Ursache derjenigen Spiegelung, wobei das Bild *unter* dem Gegenstande erscheint, hierauf gründen.

Vergleichung der Beobachtungen, die an Standpunkten von verschiedener Höhe angestellt wurden.

Die beiden Standpunkte, von welchen aus die Kirche zu Bockhorn beobachtet wurde, waren an Höhe etwa 14 Fuß verschieden, und man sieht, selbst bei einem flüchtigen Blicke in das Verzeichniß der Beobachtungen, dass dieser Unterschied merklichen Einfluss auf die Grösse der Variationen, die bei der scheinbaren Höhe des Gegenstandes vorkämen, hatte. Im Allgemeinen sind die positiven Zahlen so wohl als die negativen bei der im niedrigen Standpunkte angestellten Beobachtung grösser, als bei der andern; oder wenn der Gegenstand über seine gewöhnliche Höhe erhoben schien, so betrug diese Erhebung unten mehr als oben, und eben so war auch zur andern Zeit die Erniedrigung unten am grössten. Aber, wenn man die Beobachtungen genauer vergleichen und nach einer bestimmtern Regel fragen will, so offenbart sich die Nothwendigkeit einer andern Untersuchung, nämlich, wie viel hier von der Erniedrigung oder Erhöhung der Wasserfläche, über welche der Lichtstrahl hingehet, abhängt?

Es scheint natürlich, anzunehmen, dass diese Aenderung in der Höhe der Wasserfläche die im niedrigen Standpunkte angestellte Beobachtung mehr afficirt, als die im höhern Standpunkte; und man ist geneigt, zu vermuthen, dass um die Zeit der höchsten Fluth die Unterschiede der An-

gaben beider grösser seyn werden, als gegen die Zeit der tiefsten Ebbe, da in jenem Falle die Höhen der beiden Standpunkte über der Wasserfläche sich wie 1 : 4, im letztern Falle aber fast wie 1 : 2 verhalten. Wirklich finden sich auch einige Beobachtungen, die diese Vermuthung zu bestätigen scheinen, aber ihre Anzahl ist zu geringe, um auf eine nur irgend sichere Regel über die Correction, die man wegen dieses Umstandes anbringen müfste, zu führen, und es finden sich dagegen auch andere, die nicht recht wohl zu dieser Voraussetzung passen; ein Umstand, der freilich bei den mannigfaltigen Irregularitäten, die hier allenthalben vorkommen, so sehr auffallend nicht ist.

Von den Beobachtungen, die der angeführten Vermuthung zur Bestätigung dienen, sind folgende die wichtigsten: Am 6ten April, etwa 1 Stunde vor der höchsten Fluth, erschien die Kirche unten um 1' 45'', oben aber, (ungefähr gleichzeitig,) nur 0' 55'' über dem Null. Denselben Tag Abends um die Zeit der tiefsten Ebbe erschien sie am oberen Standpunkte höher, unten aber weniger erhoben, als vorhin. Die beiden Beobachtungen am 12ten April sind dieser ähnlich, aber nicht ganz so entscheidend, weil von der Zeit des niedrigsten Wassers bis zur höchsten Fluth auch oben die Erniedrigung erheblich zugenommen hatte; indess ist die unten beobachtete weit grössere Zunahme der Voraussetzung gemäfs.

Am 21sten Mai kommen drei Beobachtungen vor, bei denen die Refraction am höhern Standpunkte nur wenig verschieden gefunden wurde; im niedrigen Standpunkte aber nahm die Erniedrigung mit dem Anwachsen der Fluth zu, und mit der Ebbe wieder ab, denn die Zeit der höchsten Fluth traf um 12 Uhr. Auch die Beobachtungen am 29sten August lassen sich ziemlich gut hieraus erklären, da von 10 Uhr an das Wasser fiel, und also die Refraction unten hätte abnehmen sollen, wenn sie oben unverändert geblieben wäre, folglich wenigstens unten weniger zunehmen musste, als oben. Aber die letzte Beobachtung an diesem Tage passt nicht, da es damals schon wieder Fluth ward.

Dagegen trifft die sehr grosse Verschiedenheit der Angaben am 16ten Mai, am 30sten August und 1sten Sept. nähe an die Zeit der tiefsten Ebbe, wo man sie nicht so gross erwartete; am 25sten Mai ist der Unterschied um $6\frac{1}{4}$ Uhr so viel grösser als um 2 Uhr, obgleich die höchste Fluth ziemlich genau mitten zwischen beide Beobachtungen fiel, und am 5ten Mai änderte sich sogar innerhalb einer halben Stunde die scheinbare Höhe unten so beträchtlich, ob sie gleich oben dieselbe blieb.

Diese von der Fluth und Ebbe herrührende Aenderung hätte wohl durch eine vollständigere Reihe von Beobachtungen bestimmt werden sollen; aber theils find nur wenige Tage zu solchen Beob-

achtungen passend, weil bei erheblichen Verschiedenheiten der Refraction, die von andern Umständen herrühren, an eine Entdeckung der Regel, nach welcher jene Änderungen bestimmt werden, nicht zu denken ist; theils konnte ich auch nicht immer gerade die Zeit den Beobachtungen widmen, welche etwa die passendste gewesen wäre. Ich muß mich daher hier begnügen, nur gezeigt zu haben, wie sehr große Verschiedenheit in der scheinbaren Höhe die Änderung des Standpunktes hervor bringt, und muß es der Zukunft vorbehalten, näher zu entscheiden, ob für zwei bestimmte Standpunkte von ungleicher Höhe die Verschiedenheit der scheinbaren Höhe des Gegenstandes durch eine allgemeine Regel bestimmt werde, oder, (welches ich eher vermuthe,) ob bei verschiedener Beschaffenheit der Atmosphäre die Refraction in einem Standpunkte variabel seyn kann, während sie im andern ungeändert bleibt.

Vergleichung der Beobachtungen an gleich entfernten Gegenständen von verschiedener scheinbaren Höhe.

Die eben geäuserte Vermuthung, daß die Lichtstrahlen vielleicht zuweilen in einer etwas höheren Luftsicht mehr oder weniger gebrochen werden, obgleich in der niedrigern Luftsicht einerlei Refraction Statt findet, wird durch die Reihen von Beobachtungen, worüber ich jetzt einige Bemerkungen mittheilen will, sehr wahrscheinlich gemacht.

Der Zweck dieser Beobachtungen ist aus dem Vorigen schon bekannt: es sollte nämlich durch dieselben entschieden werden, wie bei nahe nebeneinander liegenden Gegenständen die scheinbare Vorrägung des einen über den andern sich ändere, oder wie viel die Erhebung oder Erniedrigung des einen zu derselben Zeit grösser sey, als die des andern. Dass hierbei merkliche Verschiedenheiten Statt finden, ergiebt oft schon der bloße Anblick, indem man, besonders bei sehr starker Erhebung, die Gegenstände, die sonst erheblich hervor ragten; weniger hoch in Vergleichung der umliegenden sieht, daher auch dann entfernte Häuser als breiter in Vergleichung mit ihrer Höhe, und Thürme als niedriger und stumpfer erscheinen. Diese Unterschiede betragen freilich oft nur so wenig, dass eine äusserst genaue Messung erfordert werden würde, um über die kleinen Variationen etwas ganz sicheres zu bestimmen, in manchen Fällen aber sind sie doch erheblich genug, und wenigstens über diese lässt sich aus den angestellten Beobachtungen mit Sicherheit urtheilen. Ich setze hier ein Verzeichniß der besten Beobachtungen her; da die weniger zuverlässigen, die unter sich nicht überein stimmen, nichts entscheiden können. Es find die auch im Journale stehenden auf die drei Gebäude in Seefeld und die auf das Haus und die Anhöhe zu Damgast gerichteten Beobachtungen, die ich hier nur zur bequemern Vergleichung in andefer Form dar-

stelle. Statt dass nämlich vorhin die Erhebung jedes Gegenstandes über seinen angenommenen Nullpunkt angegeben wurde, setze ich hier die Anzahl von Secunden, um welche sich die Vorragung des höhern grösser (+) oder kleiner (-) zeigte, als bei dem Zustande, den ich den *gewöhnlichen* genannt habe. So war z. B. nach der Angabe des gewöhnlichen Zustandes die Vorragung der Seefelder Kirche über das niedrigste Haus = $2' 50''$; die folgende Tabelle giebt die Variation dieser Vorragung, z. B. am 2ten Aug. um 12 Uhr, = $- 21''$; damahls also erschien die Kirche nur $2' 29''$ höher, als dieses Haus. — Die beiden Gegenstände in Dampftast waren zwar nicht genau gleich weit entfernt, indess war der Abstand doch geringe, weshalb sie wohl ohne Bedenken als vergleichbar hierher gesetzt werden können. — Auch die Beobachtungen der beiden Gegenstände bei Heppens will ich mit hersetzen, ob sie gleich, minderer Genauigkeit halber, weniger entscheidend sind; denn in den Fällen, wo sie einstimmige Resultate mit den übrigen geben, tragen sie wenigstens zur Bestätigung bei. Uebrigens sind die Beobachtungen nach den scheinbaren Höhen der Seefelder Kirche geordnet, so dass diejenigen zuerst vorkommen, wo die Kirche am niedrigsten erschien, und man nach und nach zu den stärkern Erhebungen fortgeht. Dieses erleichtert die Vergleichung, auf die es hier ankommt, und die Aufsuchung der Regelmässigkeit oder der Abweichungen von der Regel.

Zeit der Beobachtung	Scheinb. Erhebung der Oberfläche der Kirche zu Seefeld.			Variation der scheinbaren Vorrägung der Seefelder Kirche über das höhere Haus.		niedrigere Haus.
	Tag.	Stunde.	Min. Sec.	Sec.	Sec.	
Aug. 2	12		— 0 21	— 21	— 21	
Aug. 13.	2		— 0 14		— 10	
Aug. 27	3 $\frac{1}{2}$		— 0 10	— 3	— 3	
Aug. 5	5 $\frac{1}{2}$		— 0 7	— 14	— 21	
Aug. 9	12		— 0 7		— 7	
Aug. 20	3		— 0 7	+ 14	+ 21	
Aug. 30	7 $\frac{1}{2}$		— 0 7	— 3	— 0	
Sept. 1	7 $\frac{1}{2}$		— 0 7	+ 7	+ 10	
Oct. 7	3		— 0 7	— 0	— 7	
Sept. 27	2		+ 0 4	— 3	— 0	
Aug. 26	9		0 7	+ 3	+ 3	
Sept. 2	5		0 7	0	0	
Sept. 5	11 $\frac{1}{2}$		0 7	+ 7	+ 7	
Sept. 8	9		0 7	+ 3	0	
Sept. 8	11		0 7	+ 3	0	
Sept. 25	2 $\frac{1}{2}$		0 7	0	3	
Oct. 1	3		0 7	0	3	
Jul. 28	11		0 21	+ 14	+ 14	
Aug. 15	11		0 21	— 7	— 7	
Aug. 29	9 $\frac{1}{2}$		0 21		— 10	
Sept. 14	6 $\frac{1}{2}$		0 21	+ 7	+ 7	
Aug. 16	11		0 24		+ 14	
Sept. 7	9		0 24	+ 6	+ 10	
Sept. 29	12		0 24	— 4	— 11	
Aug. 9	4 $\frac{1}{2}$		0 28	— 14	— 21	
Sept. 6	3		0 28	0	0	
Aug. 29	1 $\frac{1}{4}$		0 31	— 4	— 4	
Aug. 29	10 $\frac{1}{4}$		0 35	— 3	— 7	
Sept. 3	2		0 35	+ 7	+ 14	
Sept. 20.	2		0 35	— 10	— 10	
Aug. 1	2 $\frac{1}{2}$		0 56	+ 4	+ 7	
Sept. 8	3 $\frac{1}{2}$		0 56	+ 7	+ 7	
Aug. 29	5 $\frac{1}{2}$		1 0	— 10	— 14	
Sept. 29	5 $\frac{1}{2}$		1 3	— 7	— 11	
Aug. 1	10 $\frac{3}{4}$		1 17	— 14	— 21	
Aug. 29	6 $\frac{1}{4}$		1 31	0	— 7	
Jul. 28	5 $\frac{1}{4}$		1 45	— 28	— 35	
Aug. 1	11 $\frac{1}{4}$		1 52	0	0	
Sept. 30	2 $\frac{1}{2}$		2 13	unge	wifs	
Jul. 29	6 $\frac{1}{2}$		2 41	0	— 7	

Scheinb. Erhebung d. Oberfl. des Hauses zu Damgast.	Variation der scheinb. Vorrangung des Hauses zu Damgast üb. d. Anhöhe.	Scheinb. Erhebung d. Oberfl. des Hauses bei Heppens.	Variation der scheinb. Vorrang. d. Hauses üb. d. Heppenser Deich.
Min. Sec.	Sec.	Min. Sec.	Sec.
0 7	- 15	0 4	0
- 0 7	- 14	- 0 4	- 4
- 0 15	0	- 0 4	+ 9
0 4	- 3	0 13	+ 9
0 0	- 14	- 0 4	- 12
- 0 44	+ 11		
- 0 15	0		
- 0 22	0	- 0 4	+ 9
- 0 15	- 7	0 4	- 13
+ 0 7	- 11	0 13	+ 13
0 4	- 17	0 0	
- 0 15	- 8	0 21	+ 8
- 0 7	+ 15	0 38	- 5
- 0 4	+ 3	0 13	+ 13
0 0	- 4	0 29	- 12
0 22	0	0 13	+ 5
0 0	0	0 4	0
0 7	- 7	0 17	+ 9
0 29	- 7	0 17	- 8
0 0	- 4		
0 22	0		
0 29	- 15		
1 6	- 14		
0 26	+ 4		
1 6	0		
0 44	- 11	0 21	+ 4
0 29	0		
1 2	+ 4		
1 31	- 8		
2 4	- 4		
		0 21	- 12
2 19	- 14		
2 11	- 26	0 54	- 38
2 55	- 15	1 3	- 29
3 17	- 15	1 20	- 21
4 1	- 15	1 53	- 29

Dieses Verzeichniß beweiset, daß die Hoffnung, eine bestimmte Regel zu finden, nach welcher man aus der Erhebung des höhern Gegenstandes auf die des niedrigern sicher schließen könne, ebenfalls nicht erfüllt ist. Die Regel, welche ich vor der Ausführung der Beobachtungen vermutete, daß die scheinbare Vorrangung des höhern Gegenstandes immer desto gröfser sey, je geringer die Erhebung ist, oder, daß bei stärkerer Refraction alle Mahl niedrige Gegenstände am meisten gehoben erscheinen, hat sich lange nicht in der Allgemeinheit bestätigt, wie ich hoffte. Denn die Abweichungen von dieser Regel, die ich aus der Tabelle nicht noch besonders herzusetzen brauche, sind gewiss nicht Beobachtungsfehler.

Wollte man etwa die Vermuthung aufstellen, daß auch hier etwas von Fluth und Ebbe, von Entblößung der Sandbänke, und Watten abhängen könne, so widersprechen doch die Beobachtungen dieser Meinung geradezu. Denn z. B. am 2ten August um 12 Uhr, und am 20sten Aug. um 3 Uhr war es beide Mahl beinahe höchste Fluth, und gleichwohl stehen diese Beobachtungen einander ganz auffallend entgegen.

Vergleichung der Beobachtungen, die auf ungleich entfernte Gegenstände gerichtet waren.

Wären die Beobachtungen so regelmässig ausgefallen, wie ich hoffte, so hätten die verschiede-

nen Reihen von Beobachtungen hier zu mannigfaltigen Vergleichungen und Schlüssen Anlass geben können: jetzt würde es zwecklose Weitläufigkeit seyn, wenn ich Untersuchungen über den Einfluss, den etwa dieser oder jener Umstand haben könnte, anstellen wollte: Bloß eine Uebersicht der Hauptbeobachtungen und folgende wenige Bemerkungen mögen hier noch Platz finden.

Da die Gesichtslinien nach Bockhorn und Damgast sehr nahe zusammen fielen; so ist offenbar, dass die Differenz der gleichzeitigen Höhenänderung beider Gegenstände, (deren scheinbare Höhe wenig verschieden war,) bloß davon herühren konnte, dass die Richtung des von der Bockhorner Kirche kommenden Lichtstrahls, schon ehe er bis in die Gegend von Damgast kam, Aenderungen gelitten hatte. Ferner: die Häuser in Damgast und am Heppenser Deiche lagen zwar in ungleicher Entfernung und nicht nach einerlei Richtung, dagegen aber war der Weg des Lichtstrahls fast ganz über tieferes Wasser, bei beiden sehr ähnlich. Hier konnte also im Allgemeinen bloß die ungleiche Länge des Weges Verschiedenheit bewirken, — wenn man allenfalls wegen der verschiedenen Höhe der beiden Gegenstände Correctionen anbrachte. Endlich: Seefeld und Damgast sind beinahe gleich entfernt; Unterschiede in der Refraction konnten also nur in der verschiedenen Beschaffenheit der Gegend, durch welche der Lichtstrahl ging, ihren Grund haben. Ich

bemerke dieses deswegen, weil in diesen Vergleichungen doch die Gründe der verschiedenen Regeln liegen müssen, nach welchen die gleichzeitigen Erhebungen dieser Gegenstände sich richteten.

Ehe ich aber hiervon mehr sage, will ich die seit dem 28sten Julius angestellten Beobachtungen hier nach den scheinbaren Höhen des Hauses zu Damgast geordnet herstellen. Da die Höhe dieses Hauses über dem Horizonte fast einerlei war mit derjenigen, in welcher die Kirche in Bockhorn und das höhere Haus in Seefeld erschienen, so setze ich die Beobachtungen, welche diese drei Gegenstände betreffen, ungeändert her, außer daß ich da, wo die drei nach Seefeld gerichteten Beobachtungen nicht genau übereinstimmen, die übrigen beiden zur Correction dieser zu Raths ziehe. Statt der beiden Gegenstände am Ufer bei Heppens aber nehme ich einen mittlern an, der jenen dreien etwa gleich an scheinbarer Höhe wäre. Die Correction, welche deshalb bei der auf den Deich gerichteten Beobachtung angebracht wird, ist indess nie sehr erheblich.

Zeit der Beob. achtung.	Haus zu Damgast.	Kirche zu Bockhörn.	Höheres Haus in Seefeld.	Aus den Beob. her- geleitete Höhenän- derung ei- nes Ge- genst. am Heppenfer Deiche.
Tag.	St.	Min. Sec.	Min. Sec.	Min. Sec.
Aug. 20	3	— 0 44	— 0 21	
Sept. 1	8½	— 0 22	— 0 21	— 0 14 — 0 12
Oct. 5	9	— 0 22	— 0 21	0 0
Aug. 30	7½	— 0 45	— 0 35	0 7
Sept. 2	5	— 0 25	— 0 14	0 7
Oct. 7	3	— 0 25	— 0 14	0 7
Aug. 27	3½	— 0 45	— 0 7	— 0 18
Sept. 5	15½	— 0 7	— 0 21	0 0
Aug. 13	2	— 0 7	— 0 7	0 0
Sept. 8	9	— 0 4	— 0 7	0 7
Aug. 5	9½	0 0	0 21	— 0 14
Aug. 9	12	0 0	0 7	0 6
Sept. 8	11	0 0	0 7	0 17
Sept. 14	6½	0 0	0 14	0 13
Oct. 1	3	0 0	0 7	0 5
Aug. 5	5½	0 4	0 0	0 2
Aug. 26	9	0 4	0 7	0 4
Aug. 2	12	0 7	0 24	0 4
Aug. 15	11	0 7	0 14	0 8
Sept. 27	2	0 7	0 21	0 15
Aug. 6	10	0 11	0 24	0 7
Aug. 28	6½	0 11	0 21	0 31
Jul. 28	11	0 18	0 7	— 0 19 (?)
Sept. 7	9	0 22	0 17	0 18
Sept. 25	2½	0 22	0 21	0 33
Sept. 6	3	0 26	0 21	0 28
Aug. 29	9½	0 29	0 41	0 4
Sept. 3	2	0 29	0 28	0 17
Sept. 29	12	0 29	0 35	0 24
Aug. 29	10½	0 44	1 2	0 38
Sept. 29	5½	0 58	1 30	1 10
Sept. 20	2	1 2	1 16	0 45
Aug. 9	4½	1 6	1 16	0 42
Aug. 29	1½	1 6	1 9	0 35

Zeit der Beob- achtung.			Haus zu Damgast.	Kirche zu Bockhorn.	Höheres Haus in Seefeld.	Aus den Beob. her, geleitete Höhenän- derung ei- nes Ge- genst. am Heppenser Deiche.
	Tag.	St.	Min. Sec.	Min. Sec.	Min. Sec.	
Aug. 25	6 $\frac{1}{2}$		1 13	1 40	1 10	
Jul. 29	3 $\frac{1}{2}$		1 20	1 44	0 42	1 10
Aug. 29	5 $\frac{1}{2}$		1 28	1 58	1 30	
Aug. 1	2 $\frac{1}{2}$		1 31	1 44	0 52	1 17
Aug. 29	6 $\frac{1}{2}$		1 42	2 25	1 31	
Sept. 8	3 $\frac{1}{2}$		2 4	2 49	0 49	
Jub. 28	6		2 11	2 39		1 25
Aug. 1	10 $\frac{1}{2}$		2 19	2 39	1 31	
Jul. 28	5 $\frac{1}{2}$		2 26	3 0	2 13	
Jul. 28	6 $\frac{1}{2}$		2 33	3 7	1 10	0 54
Aug. 1	11 $\frac{1}{2}$		2 55	3 21	1 52	1 37
Jul. 29	7 $\frac{1}{2}$		3 17	4 58	2 34	
Sept. 30	2 $\frac{1}{2}$		3 17	3 55	2 16	1 37
Jul. 29	7 $\frac{1}{2}$		3 39	4 58	2 37	1 42
Jul. 29	6 $\frac{1}{2}$		4 1	4 44	2 41	2 16

Diese Tabelle zeigt, dass die Kirche zu Bockhorn ihre scheinbare Höhe mehr änderte, als das Haus in Damgast, und dass die Unterschiede der Änderungen ziemlich regulär mit der Größe der Erhebung wachsen. Dieses bestätigen die früheren Beobachtungen, es ist ja auch der zu vermutenden Regel, dass die Refraction entferntere Gegenstände mehr erhebe, als nähere, gemäss. Die Entfernung von Damgast und Bockhorn verhalten sich wie 1 : 1,7, die größten Variationen wie 1 : 1,2 ungefähr.

Derselben Regel gemäss, obgleich mit einigen stärkern Abweichungen, beträgt gewöhnlich die Erhebung oder Erniedrigung eines Gegenstandes am Heppenser Deiche viel weniger, als das Hause in Damgast. Die Entfernungen verhalten sich wie $1 : 0,46$; die größten Variationen aber wie $1 : 0,5$; oder, wenn man bloß die nach dem 28sten Julius angestellten Beobachtungen nimmt, wie $1 : 0,56$.

Das schiene also anzugeben, dass der entferntere Gegenstand seine scheinbare Höhe zwar mehr ändere als der nähere, aber nichtl völlig so viel, als dem Verhältnisse der Entfernung gemäss ist.

Von dieser Regel macht aber die auf Seefeld gerichtete Beobachtung eine unbegreifliche Ausnahme, welche gleichwohl von der bei weitem größten Anzahl von Beobachtungen ganz deutlich bestätigt wird. Statt dass die Gegenstände in Seefeld fast eben so grosse Variationen leiden sollten, als das Hause in Damgast, da die Entfernung des letztern sich zu der von Seefeld verhält, wie $1 : 0,92$; so finden sich diese fast durchgehends kleiner, als die an dem Hause in Damgast beobachteten, und bei grösser Erhebung ist dieser Unterschied ganz auffallend gross. Bloß am 27sten März kommt der einzige Fall vor, dass die Seefelder Kirche etwas erheblich mehr erhoben schien, als das Hause in Damgast. Die größten beobachteten Variationen verhalten sich wie $1 : 0,66$;

und ungefähr eben so verhalten sich auch die meisten correspondirenden Beobachtungen.

Diese Verschiedenheit müsste also Folge der ungleichen Beschaffenheit der Gegend seyn, durch welche der Lichtstrahl zum Auge kommt. Freilich sieht man keinen andern Grund; aber wie geht es dann zu, dass nicht bei der Vergleichung der Erhebungen des Hauses am Tossenser und des am Heppenser Deiche etwas ähnliches Statt findet? Hier ging doch der Weg des Lichtstrahls durch gänzlich ungleiche Gegenden; bei dem einen über Land, bei dem andern über Wasser. Und es fanden auch allerdings hier sehr grosse Ungleichheiten der Refraction Statt: bei einerlei Höhe des im Lande liegenden Gegenstandes erschien das Haus jenseits der Jahde zuweilen sehr hoch, zuweilen sehr niedrig; aber man findet hier keine so überein stimmende reguläre Abweichung von der Regel, als dort; und wenn man die größten beobachteten Variationen gegen einander hält, so verhalten sich die an dem Hause am Tossenser Deiche beobachteten zu denen, die an dem Hause am Heppenser Deiche beobachtet sind, wie $1:0,96$, und die Entfernung verhalten sich wie $1:0,83$; — dass also hierin vielmehr eine Bestätigung der ersten Regel liegt, und bloß der Unterschied Statt findet, dass nicht, wie dort, auch die einzelnen gleichzeitigen Beobachtungen sich einiger Massen nahe an diese Regel halten.

Die letzte Vergleichung endlich, die ich hier noch anstellen kann, betrifft die Beobachtung der beiden im Lande liegenden Häuser. Ich vermuhte nicht, daß bei einem kaum 3000 Fuß entfernten Gegenstände sich Variationen der Höhe würden bemerkbar lassen, und benutzte bloß den zufälligen Umstand, daß die Pfähle C, H, in der Linie nach diesem Hause zu standen, zu einem Versuche, von dem ich mir wenig Erfolg versprach. Desto angenehmer wurde ich überrascht, als ich die, mir wenigstens neue Erfahrung machte, daß auch bei diesem Gegenstände die scheinbare Höhe Änderungen unterworfen war. Die Wichtigkeit dieser Erfahrung wird mich entschuldigen, wenn ich auch diese Beobachtungen noch ein Mahl in einer geordneten Uebersicht hier wieder anführe. Wegen eines dazwischen gebauten Gegenstandes konnten die Beobachtungen nicht länger fortgesetzt werden; indes ist glücklicher Weise gerade die günstigste Jahrszeit benutzt worden.

Zeit der Beobachtung.		Haus am Tof- sener Deiche.	Haus am Eck- warder Deiche.	
	Tag.	Stunde.	Min. Sec.	Min. Sec.
Mai	21	11	— 1 0	— 0 26
Mai	18	10	— 0 30	— 0 22
April	6	9 $\frac{1}{2}$	— 0 20	— 0 9
April	12	3	— 0 20	0 0
Mai	5	10 $\frac{1}{4}$	— 0 20	— 0 17
Mai	20	3 $\frac{1}{2}$	— 0 20	— 0 26
Mai	25	2	— 0 20	— 0 17
April	14	8 $\frac{1}{2}$	— 0 20	— 0 9
Mai	28	10 $\frac{1}{2}$	— 0 10	— 0 13
April	9	10 $\frac{1}{4}$	0 0	— 0 9
April	12	8	0 0	0 0
April	25	11	0 0	— 0 9
Mai	16	2 $\frac{1}{2}$	0 0	— 0 9
Mai	26	5	0 0	0 0
Mai	21	7	0 20	0 0
Mai	4	5 $\frac{1}{2}$	0 30	0 4
April	6	5 $\frac{1}{2}$	0 40	0 13
Mai	18	7 $\frac{1}{2}$	0 40	0 9
Mai	25	6 $\frac{1}{4}$	0 40	0 0
April	26	6	0 50	0 9
April	9	5	1 0	0 43
Mai	25	7 $\frac{1}{4}$	1 0	0 17
April	9	6	2 40	0 52
April	7	6 $\frac{1}{2}$	3 20	0 52

Die Entfernung dieser beiden Gegenstände verhielten sich wie 1 : 0,13, und die beobachteten größten Variationen wie 1 : 0,3. Bei dem näheren Hause mochte indess der Umstand, dass der Lichtstrahl ganz nahe über dem Deiche hin ging, die Höhenänderung wohl vermehren.

Schnelle Aenderungen der Refraction.

Um unsre Kenntnisse von den Ursachen der Variationen, denen die Refraction unterworfen ist, weiter zu bringen, scheinen besonders die Beobachtungen wichtig zu seyn, wo mit schneller Aenderung der Refraction zugleich andere Umstände eintrafen, die als Ursache derselben betrachtet werden können.

Mehrere auch im Verzeichnisse der Beobachtungen angeführte Erfahrungen stimmen darin überein, dass, wenn die Luft plötzlich kälter wird, alle Mahl die Erhebung abnimmt. So änderte sie sich am 29sten März und 27sten April, als ein kalter Wind zu wehen anfing; am 9ten April und 29sten Jul. Abends, als die Sonne hinter Wolken ging; am 28sten Jul., als ein dicker kalter Nebel sich über die Gegend ausbreitete; und am 3ten Mai schien sie wenigstens etwas abzunehmen, als es in der Gegend des beobachteten Objekts anfing zu regnen. Dieses harmonirt auch recht gut mit der, (wie ich glaube, bekannten) Bemerkung, dass im Sommer an rauhen, allenfalls etwas stürmischen Tagen, z. B. nach Gewittern, die Gegenstände sehr niedrig erscheinen, an schwülen Tagen aber, besonders wenn dabei Windstille herrscht, die Erhebung stark ist. Aber ganz allgemein passt doch auch diese Regel nicht; denn zuweilen erscheint ein Gegenstand hoch erhoben, während andere ganz wenig höher erscheinen, als sanft. Der Nachmittag des 9ten Aprils giebt zu dieser Be-

merkung den Beweis, bietet aber noch mehrere Merkwürdigkeiten dar, die ich etwas vollständiger darstellen muss. Die Refraction war sehr veränderlich, wie sie das in den Fällen, wo so starke Erhebung statt findet, gewöhnlich zu seyn scheint; aber da damals die Beobachtungen lange genug fortgesetzt wurden, so zeigte sich etwas Regelmässiges in diesen Aenderungen. Gegen 4 Uhr war die Bockhorner Kirche sehr hoch erhoben, das Haus in Damgast etwas weniger, etwa in dem Verhältnisse, welches der ungleichen Entfernung angemessen ist; aber nach 5 Uhr hatte sich die scheinbare Höhe der Bockhorner Kirche schon vermindert, während die des Hauses in Damgast erst völlig ihren grössten Werth erreichte. Von da an nahm zwar auch die Erhebung des Letztern ab, aber langsamer, als die der Bockhorner Kirche, weshalb um 6 Uhr das Haus mehr erhoben schien, als die Kirche. Um diese Zeit war die Höhe der Kirche am kleinsten und fing wieder an zu wachsen, während das Haus in Damgast fort dauernd sich erniedrigte und erst später seine kleinste Höhe erreichte. Alle Aenderungen erreichten also an dem näheren Hause in Damgast später ihr Maximum, als an der fast in derselben Linie liegenden Kirche zu Bockhorn. Eben so trat der grösste Werth der Erhebung bei der Seefelder Kirche und dem Hause am Heppenser Deiche wieder zu ganz anderer Zeit ein. Ich war anfangs geneigt, mir diese Aenderungen aus einer

Dunstmasse zu erklären, die wie eine Wolke, obgleich dem Auge unsichtbar, von Bockhorn her über die Jahde zöge. Aber bei dem Nordwind, konnte doch schwerlich ein solcher Zug von Süden her statt finden: auch müßte man schon mehrere folche Wölken annehmen, um zugleich die Zeiten der grössten Erhebung für die übrigen Gegenstände heraus zu bringen. Indess wird die Vorstellung, dass manchmahl das stärker brechende Medium nur einzelne Gegenden umgebe; auch dadurch gerechtfertigt, dass man die Spiegelung oberwärts, die zuweilen mit der starken Erhebung verbündet ist, nie an allen Gegenständen, deren Entfernung auch ganz ähnlich ist, zugleich sieht. Ich werde von dieser Erscheinung gleich noch etwas mehr sagen, und vorher nur noch einer Beobachtung über schnelle Zunahme der Erhebung erwähnen.

Bei den ersten Beobachtungen, nämlich in den heitern, warmen Tagen des März und Aprils, nahm gegen Sonnenuntergang die scheinbare Höhe des Hauses am Tossenfer Deiche, wohin die Gesichtslinie ganz über Land ging, sehr schnell zu. Am 26ten März ist die Beobachtung darüber am entscheidendsten; aber auch am 9ten April und an andern Tagen bemerkte ich diese Änderung. Bei späteren Beobachtungen ist mir dieses nicht wieder vorgekommen; ob ich gleich z. B. am 29ten August besonders darauf achtete: ich muss es daher unentschieden lassen, ob meine erste Vermu-

thung, dass das Aufsteigen des Thaues mit dieser Äenderung in Verbindung stehe, hinlängliche Gründe für sich habe.

Einige Beobachtungen über die Spiegelungen.

Dass mit starker Erhebung zuweilen eine Erscheinung verbunden ist, die ungefähr so aussieht, als ob über einem Gegenstande sein Bild, wie gespiegelt, schwebte, habe ich eben schon erwähnt, und es ist auch sonst bekannt.*). Bei den Beobachtungen am 28sten März und 9ten April konnte ich nicht deutlich entscheiden, wie fern diese Erscheinung eigentlich Spiegelung heißen kann. Ueber jedem höhern Gegenstande schwebte ein sehr verzerrtes, unkenntliches Bild, das sich zuweilen sehr lang gezogen bis an den Gegenstand selbst herab erstreckte. Indess erinnere ich mich früherer Beobachtungen, wo das Bild deutlicher als das *umgekehrte* des darunter liegenden Hauses, u. s. w., erschien. Das lang verzerrte ist also wohl

*). Die älteste ähnliche Beobachtung ist vielleicht die, welche Lichtenberg mir bei Gelegenheit der von Hrn. Woltmann der Göttingischen Societät vorgelegten Beobachtungen mittheilte. Sie wurde am 10ten Aug. 1793 angestellt und ist im *Gentleman's Magazine*, 1793, Jul., pag. 601, beschrieben.
Brug

nur das, was man bei der Abspiegelung auf den Wellen eines Wassers sieht.

Diese Spiegelung erstreckte sich immer nur auf sehr beschränkte Gegenden; — z. B. am 28sten März erschienen die östlichen Häuser des Dorfes Damgast oberwärts gespiegelt, aber die westlichen nicht. Diese Erscheinung, verbunden mit dem Hervorragen der entfernten, sonst verdeckten Gegenstände, wodurch man in Stand gesetzt wird, ganze Gegenden zu übersehen, aus denen man sonst etwa nur ein Paar einzelne Kirchthürme zu sehen gewohnt ist, gewährt zuweilen einen so überraschenden Anblick, dass man in Versuchung kommt, zu glauben, es sey eine ganz andere Gegend als die gewöhnliche.

Viel häufiger kommt die Spiegelung unterwärts vor, auch sieht man bei derselben, wenigstens da, wo man über Wasser hinsieht, meistens das Bild sehr bestimmt als umgekehrte Abbildung des zugehörigen Gegenstandes. Diese Spiegelung ist auch darin regulärer, dass zu einerlei Zeit alle Gegenstände, die gleich entfernt, gleich hoch, u. s. w., sind, sich gespiegelt zeigen. Wenigstens habe ich nie gesehen, dass, während einige Gegenstände gespiegelt erschienen, andere dicht dabei, wie bei der Spiegelung oberwärts, sich ungespiegelt gezeigt hätten. Die Spiegelung wird desto deutlicher sichtbar, je niedriger man die Lage des Auges wählt, und aus höhern Standpunkten sieht man die Gegenstände seltner gespie-

gelt. Das Bild des Gegenstandes scheint meistens kleiner, als der Gegenstand selbst. Ich fand z. B. am zweiten August um 3 Uhr, als das Haus zu Damgast auch in dem höhern Standpunkte gespiegelt erschien, die Vorragung des Hauses über den Deich = $1' 12''$, die Vorragung des Bildes über die Gränze des abgespiegelten Deichs = $0' 40''$; und ein ziemlich ähnliches Verhältniss zwischen der Grösse des Gegenstandes und des Bildes fand ich einige Mahl auch im niedrigen Standpunkte bei der Bockhorner Kirche. Uebrigens ist diese Spiegelung immer mit sehr geringer Erhebung verbunden, und vielleicht mit einer wahren Erhöhung, oder unterwärts gekrümmten Brechung des Lichtstrahls, und es liegt dabei eine Schicht Dunst über der Erd- oder Wasserfläche, die, wenn man das Auge zu tief herab bringt, den Gegenstand ganz verbirgt.

Diese Dunstschicht ist sehr merkwürdig. Über der Erdfläche bemerk't man sie nicht bluss da wo diese eben ist, sondern sie umgibt auch die höhern Gegenstände, z. B. unsre Deiche. Sieht man an einer langen geraden Deichsstrecke hin, so verbirgen sich die entfernten Gegenstände, wenn man das Auge der Oberfläche des Deichs nähert, ebenfalls in Dunst, ob sie gleich bei gleicher Höhe des Auges anderswo recht gut zu sehen sind. Der Wind treibt diesen Dunst nicht weg, ob man gleich eine der Richtung des Windes gemäße wellenförmige Bewegung an den gespiegelten Gegenständen

ständen bemerkt, die besonders da, wo man Spiegelung über einer trockenen Erdfäche sieht, sehr stark ist. Es scheint also, als ob ein fortduauernder Niederschlag, (wenn es so heißen kann,) den Abgang ersetzt. Ob dieser Dunst auf das Hygrometer wirkt, habe ich noch nicht untersuchen können. Ich weiß nicht, ob es von andern geschehen ist. *)

In den hiesigen flachen Gegenden sieht man im Frühlinge sehr oft auch die im Lande liegenden Gegenstände gespiegelt. Heitere Tage, in dieser Zeit, in der es am Tage warm und Nachts noch kalt ist, scheinen dazu am günstigsten; denn mitten im Sommer und auch im Herbst erinnere ich mich nicht, es gesehen zu haben. Doch kann dieses bei andern Localumständen anders seyn, so wie auch bei der Ausicht über Wasser dieses Phänomen nicht an eine bestimmte Jahres- oder Tageszeit gebunden ist. Bei der Ausicht über Land hingegen dauert die Spiegelung selten bis lange

*) Höchst wahrscheinlich ist dieser Dunst bloß Täuschung; dasselbe, was andern als eine Wasserfläche erschien, nämlich eine Spiegelung des Theils des Himmels, der sich hinter den Gegenständen befindet, die sich spiegeln. Das scheinbare Wellen führt vermutlich von der großen Veränderlichkeit in der Schicht der größten Dichtigkeit her, die besonders dann statt findet, wenn über den wärmeren Erdboden ein kälterer Wind hinstreicht.

d. H.

Annal. d. Physik. B. 17. St. 2. J. 1804. St. 6.

M

nach Mittag, und späterhin tritt stärkere Erhebung ein.

Dieß ist ungefähr das Wichtigste, was ich unter meinen Beobachtungen finde. Zu vielen Aufschlüssen über die Phänomene der Refraction haben sie zwar noch nicht geführt; aber ist es denn nicht schon wichtig, nur erst die fest verschlungenen Knoten kennen zu lernen, auf deren Auflösung es hier ankömmt?

Heute erfuhr ich von dem Herrn Dr. Schmid, daß nach Beobachtungen des Herrn Dr. E. F. L. Schmid, der in den Jahren 1828 und 1829 in Rom war, die Phänomene der Refraction im Wasser und in anderen Flüssigkeiten durchaus verschieden seien. Er habe z. B. bei einer Refraktion im Wasser eine Verkürzung der Wellenlängen gefunden, während sie im Öl längeren waren. Er habe ferner eine Verkürzung der Wellenlängen im Wasser gefunden, während sie im Öl längeren waren. Er habe ferner eine Verkürzung der Wellenlängen im Wasser gefunden, während sie im Öl längeren waren.

II.

*Ueber die Fata Morgana
und ähnliche Phänomene,*

vom

Dr. CASTBERG
in Kopenhagen.

Dieses ist die Ueberschrift eines schätzbaren Aufsatzes in der *Nyt Bibliothek for Physik, Medicin og Oeconomie, udgivet af Carl Gottlob Rafn*, B. 4, S. 239 — 302, und S. 351 — 410, *Kjøbenhavn*: 1802, in welchem Herr Dr. Castberg alles zusammen gestellt und mit Sachkunde beurtheilt hat, was bis jetzt über die räthselhaften Fata Morgana und über die so genannten Luftspiegelungen bekannt ist. Hierbei haben ihm besonders die vielen Abhandlungen, welche die *Annalen* über diese und verwandte Erscheinungen enthalten, zum Leitfaden gedient. Es wird daher genug seyn, wenn man hier den Inhalt des Aufsatzes im Detail angegeben, und nur das, was dem Verfasser eigenthümlich ist, oder Nachrichten über die Fata Morgana, die nicht in den *Annalen* stehn, heraus gehoben findet.

Nach einer kleinen Einleitung handelt Hr. Dr. Castberg erst von den optischen Illusionen, (S. 243 — 248,) dann von der Fata Morga-

M 2

na zu Reggio und den Luftspiegelungen im Allgemeinen, (S. 249 — 302, und S. 351 — 382.) Hier spricht er erst über den Namen, dann von den Schriftstellern, die ihrer gedenken, in chronologischer Folge. Unter diesen sind Thomas Facellus und Athanasius Kircher die ältesten, wiewohl schon Pomponius Mela, Plinius und der Armenier Haithon ähnliche Erscheinungen erwähnen.

Pomponius Mela erzählt nämlich, im Mauritanien gebe es beim Atlas Länder, wo durch Gespenster zwischen Bergen die Bewegungen der Menschen nachgemacht würden; Plinius gedenkt einer Landschaft in Scythien, wo sich große Heere von Menschen und Schafen in der Luft sehen ließen; und Haithon sagt, am Obi gebe es eine Landschaft, wohin keiner kommen könne, wegen einer Menge Gespenster, die sich über dem Flusse sehen ließen.

Die Beschreibung, welche sich beim Facellus, *de rebus Siculis*, *Decad. 1., Lib. 2., Cap. 1.*, findet, ist folgende: „Mit frühem Tage, wenn die Morgenröthe beginnt, sieht man oft, wenn sich der Sturm gelegt hat und die Luft still ist, verschiedene Figuren von Menschen und Thieren, von welchen einige unbeweglich bleiben, andere, und zwar die meisten, entweder in der Luft laufen, oder mit einander streiten, welches alles verschwindet, wenn die Sonne vorkommt und ihre Wärme verbreitet.“

Der bekannte Jesuit und Physiker Athanasius Kircher hielt sich im Jahre 1636 einige Tage zu Messina auf, und machte auch die Reise nach Reggio hinüber, um über diese Phänomene etwas zu erfahren. Es glückte ihm aber nicht, sie selbst zu sehen, daher ist seine Beschreibung nur aus dem Berichte der Eingebornen entlehnt. Er sagt davon in seiner *Acta magna lucis et umbrae*, p. 2, c. 1, parast. 1: „Meistens wenn die Sonne recht stark scheint und die mamartinische See erhitzt, stellt die Natur eine unerschöpfliche Menge Malereien dar, und lässt sie vornehmlich über dem Meere sehen, welches die Bay von Reggio bildet. Da öffnet sich in der dunstvollen Luft plötzlich ein Schauplatz sehr verschiedener Dinge, mit so vielen Aufzügen, dass wohl kaum etwas in der Natur ist, das hier nicht gesehen würde. Es erscheinen in Ordnung aufgestellte Festungen, Paläste und andere zierliche Häuser; eine unzählige Menge Säulen in Reihen geordnet; Cypressenbäume; grosse Landschaften, erfüllt mit Menschen; grosse und kleine Schafherden; alles mit einer solchen Verschiedenheit der Farbe, mit so künstlicher Mischung von Licht und Schatten, und so lebendigen Geberden, dass wenigstens menschliche Kunst nichts gleiches hervor zu bringen vermögt. Man nennt dieses Gesicht zu Reggio *Morgana*.“

Ueber dies findet sich in dem angeführten Werke Kircher's ein Brief des Jesuiten Ignaz

tius Angelucci zu Leon Sanctius zu Rom, geschrieben in Reggio, 1653, in welchem er die Morgana, die er am Tage von Mariä Himmelfahrt aus einem Fenster in Reggio gesehen habe, beschreibt, und zwar, wie folgt: „Das Meer, welches an Sicilien stösst, schwoll in einer Länge von 10 Meilen auf, und glich einem grossen Berge. Etwas von Calabriens Landstrecke wurde im Augenblicke verwandelt zu einem durchscheinenden Krystall, welcher wie ein Spiegel ausfah, und mit der Spitze den beschriebenen Wasserberg berührte, indem er mit dem Fusse an das übrige Calabrien stieß. In diesem Spiegel zeigte sich gleich eine Reihe von Säulen von etwas bleicher Farbe, wohl über 10000 an der Zahl, alle gleich hoch und alle gleich weit von einander. Im Augenblicke verschwanden diese und verwandelten sich in Kanäle oder Wasserleitungen, wie die zu Rom. Oben auf dem runden Bogen, wo die Kanäle waren, gestaltete sich eine Sammlung von allerhand Figuren und Säulen. Oben auf diesen kamen schöne Schlösser, welche auf einem grossen Platze standen und alle einerlei Form und Farbe hatten. Zwischen diesen Schlässern war eine Menge Thürme von gleicher Beschaffenheit. Diese Thürme verwandelten sich zu einem von Säulen unterstützten Schauplatze. Dieser Schauplatz breitete sich aus und verschwand zu den Seiten. Endlich entstand eine Menge Bäume. Und alles das verschwand und wurde zu Meer, da ein sanfter Wind über die Fluthen strich.“

Pilati, (Voyages en differ. paſſ de l'Europe, Haye 1777, p. 220,) Brydone, (Reisen durch Sicil., a. d. Engl., Leipzig, 1774,) Seftini, (Briefe aus Sicilien, Leipzig, 1781, S. 22,) erwähnen kürzlich einer Morgana, die sie vom Aetna herab sahen. [Auch Hrn. Seuma zeigte sich auf dem Aetna ein ähnliches Phänomen.]

Zuletzt handelt H. Dr. Castberg umständlich von Minafi's Schrift, (Ann., XII, 20,) aus der er einen Auszug giebt. Minafi's Meinung, dass sich das Meer durch entgegen kommende Strömungen erheben könne, widerlegt er, und auch er glaubt, dass Minafi's Kupfer wohl nach seiner Theorie, aber nicht nach der Natur entworfen sey. Minafi's See-Morgana ist eine Chimäre.

Von diesen Beschreibungen wendet sich der Verfasser (Seite 263) zu den Hypothesen über die Fata Morgana zu Reggio, welche ihn zu den so genannten Luftspiegelungen führte. Erst die Erklärung Kircher's, der auch Schott folgt. Dann die Hypothese Minafi's und was Nicholson bei Gelegenheit derselben äufsert, (Annal., XII, 31.) Huddart's Beobachtungen können bei Erklärung der Morgana nicht zum Grunde gelegt werden. Diese Beobachtungen werden beschrieben. (S. Ann., III, 257.) Wrede's Beobachtungen aus den Ann., XI, 421, umständlich, wobei Wrede seiner Genauigkeit wegen sehr gelobt wird; seinen Beobachtungen über die Luft-

Spiegelung ließen sich in dieser Hinsicht höchstens Wollaston's Beobachtungen, (*Ann.*, XI, 1,) an die Seite setzen, welche hier ebenfalls im Kurzen mitgetheilt werden. Herr Prof. Gilbert verspricht am Schlusse seiner Bearbeitung von Wollaston's Aufsatze, die Fata Morgana aus der irdischen Strahlenbrechung genügend in einem der folgenden Hefte der Annalen zu erklären, [das nicht, ich hoffte nur aus den dort aufgestellten Resultaten ein genügenderes Licht über die Fata Morgana verbreiten zu können, G.] hat dieses Versprechen aber noch nicht erfüllt; doch hat er in den Anmerkungen zu Minasi's Aufsatze einiges über den Inhalt dieser Abhandlung vermuten lassen. Er sagt, u. s. f. [Jene Aeußerung sollte bloß auf diese Bemerkungen gehen; denn mehr als sie zu geben sehe ich mich außer Stande, ich müßte denn einmahl so glücklich seyn, selbst eine Fata Morgana zu sehen. G.] — Nun folgen Woltmann's Beobachtungen, (*Ann.*, III, 397,) ziemlich ausführlich. Eben so Bäsch'ens Wahrnehmungen, (*Ann.*, III, 290,) wobei auch Gruber angeführt wird.

„Ich habe nun,“ (sagt der Verf. am Schlusse des ersten Theils seiner Abhandlung,) „die Meinungen der Naturforscher, welche die Fata Morgana für eine so genannte Luftspiegelung halten, dargestellt; wenn man aber die angeführten Beobachtungen über die Luftspiegelung mit der obigen Beschreibung der Fata Morgana vergleicht, so läßt

fich schwerlich diese Erklärung mit Grunde annehmen.“ — Diese Aeußerung führt Hr. Dr. Castberg zu Anfang der Fortsetzung seines Aufsatzes weiter aus, nachdem er zuvor die sonderbare Meinung des D. Reinecke von der Fata Morgana widerlegt hat. (Vergl. *Ann.*, XII, 30, Anm.) Nimmt man Luftspiegelung für die Ursache derselben an, so ist die Frage: wo sind die Objekte zu sehen? und wenn tritt sie ein?

Etwas über den Grundriss der Meerenge bei Messina, und einige Gründe des Prof. Gilbert, dass Messina der Gegenstand der Spiegelung sey. (*Ann.*, XII, 25, Anm.) Diesen Gründen setzt Herr Dr. Castberg S. 357 f. folgendes entgegen:

„Reggio's Fata Morgana kann nicht in Luftspiegelung bestehen, wenigstens nicht in solcher, deren wirkliches Objekt Messina ist, denn“

„1. ist geringe oder keine Aehnlichkeit zwischen Luftspiegelungsphänomenen und der Fata Morgana, wie sie uns die Beschreibungen schildern. Diese reden alle von Bildern in der Luft, welche sich, (wie aus den Berichten zu erhalten scheint,) in einem weit kleineren Abstande als die sicilianische Küste zeigen. Gilbert findet, wie schon gesagt, den Abstand für eine Luftspiegelung zu geringe; allein mehrere der angeführten Beobachtungen zeigen, dass er gross genug sey, und ich getraue mir, zu behaupten, dass er zu gross ist, als dass man die Entstehung der Fata Morgana auf diese Art erklären könne. Denn alle Be-

schreibungen reden sehr bestimmt von einzelnen Figuren, wie Bäume, Menschen, Thiere, u. s. f., die sich präsentiren. Nun denke man aber eine Stadt 6500 Toisen entfernt; wird es da nicht viele geben, welche kaum die wirklichen einzelnen Bilder mit blosen Augen sehen, geschweige denn die umgekehrten und abgespiegelten Gegenstände? So wohl Wrede als Woltmann mussten sich der Fernröhre bedienen, um einzelne Figuren zu betrachten; die Fata Morgana wird aber mit bloßen Augen gesehen. Man nehme nur Minasi's Zeichnung, (welche in Hinsicht der Luft-Morgana doch wohl einigen Glauben verdient, da diese Abbildung seine Hypothese von derselben weder bestärkt noch schwächt,) und man wird wahrnehmen, dass die Luft-Morgana sich in einem viel geringern Abstande zeigt, als die Breite der Meerenge beträgt, zu geschweigen, dass seine Zeichnung nichts weniger als dem Spiegelbilde einer Stadt gleiche. Und doch muss man vermutthen, dass er wenigstens einmal Augenzeuge des Phänomens gewesen ist.“

„2. Wäre der Gegenstand der Fata Morgana Messina, das man mit einer Luftsiegelung erblickte, so würde man dieses wissen. Die Einwohner Reggio's würden die Stadt kennen, da die Luftsiegelung am Ansehen nichts ändert. Unfehlbar würde man erzählen, Messina werde bisweilen, hoch über die Erde erhaben, mit doppeltem Bilde gesehn. Und warum sollte dieses nicht allgemein bekannt seyn, da

doch anderer Orten, wo Spiegelungen oberwärts oder herabwärts die Gegenstände veränderten, ja, selbst unter dem Horizonte liegende Landstrecken erhöhen, die rechten Objekte von den Zuschauern erkannt wurden? Latham beschreibt z. B. ein solches Phänomen, wo sich die französische Küste erhob.“

„3. Besteünde die Morgana in Luftspiegelung, so würde diese doch ohne Zweifel durch Luftsichten von verschiedener Dichtigkeit hervor gebracht, welche über dem Sunde schwieben, und durch Brechung der Lichtstrahlen, welche durch diese strichen. Da dann die Ursache der Luftgebilde sich eigentlich mitteß zwischen beiden Küsten befände: so müßten auch beide gleich bequem zum Objekte dieser Bilder seyn, und das Phänomen auf beiden Seiten der Meerenge zugleich gesehen werden; Reggio müßte den Messinern so verändert erscheinen, als Messina den Bewohnern Reggio's. Allein man hört nicht, daß die Morgana auch von Sicilien gesehen werde, wenigstens ist mir nicht bekannt, daß ein Reisender dieses berichte. Sestini sah sie zwar vom Aetna, aber nicht über der Enge von Messina.“

„4. Wenigstens sagen alle Beschreibungen der Morgana, daß sie bei stiller See und stiller Luft erscheine, und so bald ein sanfter Wind zu wehen beginnt, verschwinde. Der Wind ist also dem Phänomene ungünstig, da er doch bei der eigentlichen Luftspiegelung dieser sehr beförderlich ist,

um Luftsichten von verschiedener Dichtigkeit zu verursachen.“

„5. Ferner werden in den Beschreibungen Ge- genwart der Sonne, klare Luft und warmes Wet- ter als Bedingungen genannt, unter denen sich die Morgana zeigt. Dagegen wird die blosse Luft- spiegelung auch ohne Sonnenschein, selbst ohne klaren Himmel wahrgenommen.“

„6. Wie ich vorhin angeführt habe, so stellt Prof. Gilbert auch die Hypothese auf, dass die Fata Morgana, oder vielmehr Minasi's See- Morgana, eine ungewöhnliche Erhebung einer sonst unter dem Horizonte von Reggio liegenden Küste Siciliens seyn könne, welche in der Luft- Morgana vielleicht mit einer Spiegelung aufrecht verbunden wäre. Ich muss dagegen aber wieder einwenden, dass die Einwohner Reggio's eine solche Küste bald erkennen würden. Auch zieht sich das sicilianische Gestade, bei Reggio vorbei, südfüd- westlich und tritt hier immer weiter und weiter zurück. (S. Fig. 2, Taf. II.) Nach seiner Vorstellung müfste die Fata Morgana also von Reggio in Süden oder wenigstens in Südwest erscheinen. Angeluci; vielleicht der genaueste Beschreiber von allen, sah sie aber gegen Norden, bei der Küste Calabri- ens, welche Messina gegen über liegt.“

„Diese Gründe halte ich für zureichend, um nicht ferner das Objekt einer Luftspiegelung in Sicilien zu suchen.“

„In der Meerenge kann dieses Objekt auch

nicht seyn, denn da liegt weder Insel noch Klippe, die aus dem Wasser hervor ragten; einige kleinere Inseln vor Capo Cenide ausgenommen, die aber so nahe beim Vorgebirge sind, dass man sie mit diesem in Hinsicht einer Spiegelung für eins annehmen kann. Sonst hat diese Meerenge nichts, was sie vor andern auszeichnete, es sey denn, dass man die ehemahls berühmten Scylla und Charibdis hierher rechnen wollte. Auch wird wohl keiner die von diesem unruhigen Meere aufsteigenden Wasserdünste für Objekte der Morgana halten wollen.“

„Das wirkliche Objekt der Luftspiegelung wäre also nur auf der calabrischen Küste zu suchen, und dafür scheint auch Angelucci's Beschreibung sehr zu sprechen. Nur, wenn man, nach ihm, Capo Cenide und die davor liegenden Inseln für den Gegenstand der abgespiegelten Bilder nehmen wollte, so gehörte wohl eine sehr lebhafte Einbildungskraft dazu, so sehr verschiedene Gegenstände wahrzunehmen, da auf diesem Vorgebirge und den kleinen Inseln weder Thürme, noch Palläste, noch Wasserleitungen sind. Auch haben wir hier immer noch eine Entfernung von 6500 Toisen, die, wie gesagt, zum deutlichen Sehen zu gross scheint.“

„Wie wäre denn nun aber die Fata Morgana zu erklären? Besteht sie aus Urbildern oder nicht? d. h., sind ihre Erscheinungen blosse Luftgebilde oder Repräsentation von Dingen, die wirklich am

Lande befindlich sind? Das erstere ist nicht gut möglich, da weder Wolken noch Wasserdünste regelmässige Gestalten geben können. Ist aber das letztere der Fall, so kann, meiner Meinung nach, nur Reggio selbst mit seinen Häusern und Thürmen das Objekt der abgebildeten Gegenstände seyn.“

„Gewöhnliche Spiegelung kann hier, auf schon angeführten Gründen, nicht statt haben. Eben so wenig lässt sich in den Wasserdünsten, oder, mit Kircher, in Dünsten, die vom Strand aufstiegen, eine durchsichtige und zugleich spiegelnde Perpendicularfläche denken, worauf alles erscheinen sollte. Daher möchte das Ganze wohl nur aus Schattenbildern bestehen, welche bei der Lage der Stadt Reggio, bei gewisser Stellung der Sonne, und bei der ebenen Beschaffenheit der Gegend nach Südost zu, recht gut möglich sind, da wir noch dazu an den Nebeln, die früh über der Meerenge schweben, ein so gutes Feld für die Abschattungen haben. Die verschiedenen Thürme, Häuser, u. s. w., die durchaus vergrösserten Gegenstände, die Regenbogenfarben an den Rändern, und die sich bewegenden Nebel würden wohl ziemlich das, was Minasi beschreibt, nachbilden.“

„Zeit, Witterung und andere Umstände, unter denen die Fata Morgana erscheint, stimmen zu dieser Erklärung. Facellus sagt; sie entstehen mit dem Morgenroth; Angelucci sah sie

auch früh am Morgen; und nur Minasi sagt, dass die Sonne unter 45° die Erde bescheinen müsse, wenn sie entstehen solle, welcher Winkel aber wohl nur seiner Theorie zu Gefallen angenommen ist: Er selbst sagt, dass die Luft-Morgana sich in Dünsten bilde, welche durch Sonnenwärme, Wind und Meeresbewegungen zerstreut würden. Auch dieses passt für meine Erklärung.“

„Die Richtung, in welcher man die Morgana nach dieser Erklärung sehen müsste, wäre in Nordost, oder wenigstens nördlicher als die Stadt, welches auch mit Angelucci überein kommt. Die Zeichnung, Fig. 3, Taf. II, giebt eine Idee, wie dieses Phantom nach meiner Meinung entsteht und wie die Sonne, das Objekt, und der Nebel dabei stehen müssten.“ Was dieser Erklärung hauptsächlich entgegen seyn würde, sind 1. die unendlichen Vervielfältigungen, von denen die Beschreiber der Morgana reden, und die hier nicht Statt haben können, wenn sich gleich viele einzelne Häuser und Gegenstände Reggio's abbildeten; und 2. die prachtvollen Scenen, zu denen sich schwerlich Gegenstände in Reggio möchten auffinden lassen. Sollte aber dabei nicht viel Uebertreibung seyn. 3. Wird in den Beschreibungen von farbigen Bildern gesprochen; hat man nicht bloß farbige Ränder, sondern die natürlichen Farben der Bilder gesehen; dann würden es freilich keine Schatten, sondern Luftspiele gelungen seyn.“

Herr Dr. Gætberg beschließt diese Bemerkungen mit Bouguer's und Condamine's Beobachtungen solcher Schattenbilder mit farbigen Rändern auf dem Pambamarka, und mit der Beschreibung des so genannten Brockengespenstes, (Ann., XII, 24,) und einer ähnlichen Wahrnehmung in Norwegen.

Er wendet sich darauf S. 382 zu den Nachrichten über die Fata Morgana in andern Ländern. Hier erst umständlich die Erscheinungen, welche Giovene beschrieben hat, (Ann., XII, 1.) Ferner nach Ström, (Beskrivelse ower Söndmör, Deel 1, 429,) eine Erzählung von Erhebungen in Norwegen, wo kleine Inseln und Klippen nicht bloß über das Meer erhöhet scheinen, sondern auch einen Haufen artiger und schnell abwechselnder Figuren darstellen. Dann Prof. Wilse's Nachricht von den Spiegelungen über dem Flusse Glommen in Norwegen, (Ann., III, 366,) und die von Crauz beschriebenen Erscheinungen an den Kooköer in Grönland. — Endlich aus Schweden die so genannten Inseln der Meerfrau Gunilla, (Gunilas Örar,) welche Pontoppidan für seine Kraken oder Sjöhorsven hiebt, nach Herrn Wetterlin's Untersuchung aber bloße Spiegelungen der äußersten stockholmsischen Schären sind.

Diejenigen, welche Gelegenheit haben, an Ort und Stelle dergleichen Phänomene zu beobachten, sollten erstens das wahre Objekt zu finden suchen, und dann zweitens Beobachtungen über

über die Luft, durch welche die Lichtstrahlen gehn, anstellen, und, wo möglich, ihre Bewegung, Dichtigkeit, Wärme, Durchsichtigkeit, Feuchtigkeit und Electricität bestimmen.

Noch einiges von der *Erhebung* der Landstrecken, (Opgildring,) so wohl von einfachen Erhebungen, als von Erhebungen mit Spiegelung. — Latham's Beschreibung der Erhebung der französischen Küste den 26sten Julius 1797, (*Ann.*, IV, 142,) ausführlich.

„Alle solche Phänomene sind als Prognostica in Hinsicht der Witterung anzusehen. Meistens folgt ihnen ein Sturm. Man kann sich zwei Fälle denken, wie diese Luftspiegelungen Vorboten des Sturmes seyn können: entweder ist schon eine sanfte und uns unmerkliche Bewegung der Luft vorhanden, wodurch eben die Schichten von verschiedener Dichtigkeit entstehen; oder der zukünftige Sturm comprimirt ohne alle andere Bewegung die Luft, wodurch unsre Gesichtslinien gehen, und bringt dadurch eine grössere Refraction derselben zuwege.“

„Eine genaue Kenntniß dieser Phänomene möchte dem Seemann von grossem Nutzen seyn. Sie könnten ihm den Sturm vorher verkündigen; sie können ihn aber auch ein Land erblicken lassen, wo er keins findet, und daher Correctionen in mancher Angabe nothwendig machen. Ein Beispiel giebt die kleine Insel Alboran, gleich innerhalb der Straße von Gibraltar, deren An-

sicht und Lage so manchen Täuschungen unterworfen sind, daß einige Seefahrer sogar das Daseyn dieser Insel bezweifelt haben. Noch neulich sah man sie von einem dänischen Kriegsschiffe, welches in das mittelländische Meer fuhr, auf dem Hinwege sehr deutlich, allein bei der Rückkunft war auf demselben Flecke nichts von ihr wahrzunehmen.“ *)

Beim Schluß seines Aufsatzes trägt Herr Dr. Castberg noch einige Ergänzungen nach:

1. Unter den Schriftstellern, welche über die Fata Morgana geschrieben haben, werden in Volkmann's Nachrichten über Italien noch erwähnt: Gallo im ersten Bande seiner Opuscoli; ein Jesuit Giardina; und Leanti, einer der neuesten und besten Autoren, dessen Beschreibung aber übertrieben scheint.

2. Wie oft die Fata Morgana bei Reggio gesehen wird, darüber ist unter den Schriftstellern

*) Hierher gehört auch die fabelhafte Insel St. Brandon, welche noch in dem Vergleich, durch den im J. 1519 Portugal die canarischen Inseln an Spanien abtrat, mit unter den canarischen Inseln, als die Nie-gefundene (*Non-trubada e Encubierta*) genannt wird, und die, wie Bory de St. Vincent in seinen *Essais sur les Isles fortunées* meint, vermutlich auf Trug von Seedünsten beruhe, welcher viele betört habe. Tasso erwählte diese Insel zum Wohnsitz der Armida.

d. H.

keine Uebereinstimmung. Minafi sagt, jede sechste Stunde; nach Volkmann gehn bisweilen über 12 Jahr hin, ohne das dieses Phänomen wieder gesehen wird.

3. Was die Hypothesen zur Erklärung der Fata Morgana betrifft, so sucht Brydone gar den Grund derselben in atmosphärischer Electricität, und meint, sie sey gleicher Natur als das Nordlicht.

4. Dänische Schiffer, welche die Fata Morgana gesehen haben, versichern, sie zeige sich über der Meerenge in Wasserdünsten.

III.

*Eine neue, merkwürdige Beobachtung über
die verschiedenen Arten der Electricität,
welche fein gepulverte färbende Substan-
zen durchs Durchpudern für sich, und
in Verbindung mit einander, als
Gemenge, unnehmen,*

von

ADOLPH TRAUGOTT VON GERSDORF
auf Meffersdorf.

Schon vor zwei Jahren hatte ich mich mit Versuchen über die merkwürdigen und ergötzenden Erscheinungen beschäftigt, welche man erhält, wenn man über einen Harzkuchen isolirte metallene Spitzen stellt, auf den Draht derselben Funken aus positiv und negativ geladenen mässigen Flaschen schlagen lässt, und nachher diese Kuchen mit verschiedenfarbigen Pulvern bepudert. Als ich diese Versuche am Ende des so eben geendigten Winters fortsetzte, gaben mir zufällig Gelegenheit zu einer sonderbaren Bemerkung, welche ich für eine ganz neue Entdeckung zu halten geneigt bin, da ich noch nirgends einige Nachricht von einer ähnlichen Beobachtung gefunden, oder irgendwo etwas davon gehört habe.

Dass jede gepulverte Substanz beim Durch-

pudern durch ein Stückchen dünnen Leinenzeuges oder durch einen kleinen Puderbüster positiv oder negativ-electrisch wird, ist bekannt. Die meisten Substanzen nehmen beständig negative, weit weniger beständig positive Electricität an. Unter den färbenden Substanzen, welche allein zum Bepudern zu brauchen sind, wenn man sich Abdrücke auf Papier von den sonderbaren Wirkungen der Electricität auf den Härzkuchen verschaffen will, war bisher, nach meinen Erfahrungen, der *schwarzliche Asphalt*, (Gummi Asphalt der Droguerieen,) die einzige Substanz, welche durchs Durchpudern jederzeit positive Electricität annahm und also sich auf die auf dem Kuchen negativ gewordenen Theile anlegte. Die übrigen farbigen Substanzen fand ich immer negativ. *) Bloß das *rote Drachenblut* machte noch gewisser Maßen eine Ausnahme. Dieses fand ich zwar meistens auch negativ; bey manchen Arten zeigte sich aber dasselbe Drachenblut, welches ich bei mehrern Versuchen schon negativ gefunden hatte, nach einem Viertel- oder halben Jahre positiv. Ob vielleicht alles Drachenblut, wenn es so lange gepulvert ruhig gestanden hat und erst negativ gewesen ist, die positive Electricität annimmt, will

*) Vaffalli behauptet, beim Durchpudern durch ein messingenes, wie durch ein gläsernes Sieb, alle Metalle positiv-electrisch gefunden zu haben. (*Annalen*, VII, 500.) d. H.

ich jetzt noch nicht gewiss bestimmen, indem ich noch nicht hinlänglich überzeugende Erfahrungen darüber gesammelt habe, vermuthe es jedoch kaum. Indessen ist schon dieser sonderbare Umstand, den ich bisher noch bei keiner unter allen andern von mir zum Durchpudern gebrauchten färbenden Substanzen bemerkt habe, merkwürdig genug, um die Aufmerksamkeit der Physiker und deren genauere Prüfung zu verdienen.

Diese Beobachtung hatte ich schon bei meinen vorjährigen Versuchen gemacht. Einen andern, nicht weniger merkwürdigen Umstand habe ich erst zufällig bei meinen letzten Versuchen bemerkt, nicht ohne grosse Bewunderung.

Als ich vor zwei Jahren mich durch Versuche überzeugt hatte, dass beim einzelnen Durchpudern einige der farbigen Substanzen positive, andere negative Electricität annehmen, war ich schon damals auf den Versuch gekommen, zwei solche Substanzen von verschiedener Farbe, deren eine die positive, die andere die negative Electricität annähme, unter einander zu mengen, und dieses Gemenge an einen Harzkuchen, worauf positive und negative Zeichnungen oder Züge gemacht waren, zu pudern. Die positiv werdende Substanz, hoffte ich, werde sich an die negativen, und umgekehrt, die negativ werdende Substanz an die positiven Zeichnungen und Züge anlegen, und es würden also Zeichnungen und Figuren von zweierlei Farben auf dem Kuchen entstehen. Diese Ver-

zuthung fand ich damals in der That gleich mit dem ersten Versuche, den ich deshalb anstellte, vollkommen bestätigt, obfchon durch zufällige Umstände die Trennung beider Pulver ein Mahl nicht so vollkommen als das andere Mahl erfolgt.

Vor dem Anfange meiner diesjährigen Versuche prüfte ich die Electricität verschiedener farbiger gepulverter Substanzen nochmals genau. Ich fand zu meinem Vergnügen, dass eine schöne Art von fein gepulvertem Drachenblute, welches im vorigen Jahre allezeit negative Electricität angepommen hatte, jetzt beim Durchpudern sich ~~zu~~ ^{hüttig} electricisch zeigte, und erwartete daher zu ~~zu~~ ^{lässig}, dass ein Gemenge von diesem positiven rothen Drachenblute und negativem gelben Gummigutt auf dem Harzkuchen farbige Zeichnungen und Figuren hervor bringen würde, von denen die positiven Theile gelb, die negativen roth erscheinen würden.

Wie gross war daher nicht mein Erstaunen, als ich mich in meiner gewissen Erwartung ganz getäuscht fand, indem gerade das Gegentheil davon erfolgte. Alle positive Figuren auf dem Kuchen hatten das rothe Drachenblut, die negativen hingegen das gelbe Gummigutt anzogen; indes ein Gemenge von positivem schwarzen Asphalt und gelbem negativen Gummigutt, ganz wie es der Regel nach erfolgen sollte, gelbe positive und schwarze negative Figuren und Zeichnungen gab. — An den Gemengen selbst, wenn ich deren jedes

für sich an ein empfindliches Electrometer puder-
te, fand ich den Unterschied, daß das Gemenge
aus positivem Drachenblute und negativem Gummigut
die Blättchen positiv, das andere hingegen
aus positivem Asphalte und negativem Gummigut
sie negativ aus einander trieb, so daß folglich im
ersten Gemenge die positive, im zweiten dage-
gen die negative Electricität überwiegend war.

Je mehr mich der ganz unerwartete Erfolg
beim Bepudern der Kuchen mit dem ersten Ge-
menge befremdete, um desto gewisser glaubte ich
~~ursprünglich~~, es müsse dabei irgend eine Täuschung
~~zu~~ Grunde liegen. Ich wiederholte deshalb
diese Versuche, deren Erfolg alle Mahl der näm-
lichen blieb, so oft, bis ich durch sie völlig über-
zeugt war, daß ich alles richtig bemerk't und nie-
dergeschrieben hatte. Es bleibt daher kein Zweifel
übrig, daß beim Durchpudern des Gemenges
aus positivem Drachenblute und negativem Gummigut
diese beiden Substanzen ihre eigenthümli-
chen Electricitäten, welche sie beim einzelnen
Durchpudern annehmen, verwechseln, und dann
gerade die entgegen gesetzten der ihnen beim
einzelnen Durchpudern eigenthümlichen Electri-
citäten, nämlich das Drachenblut negative und das
Gummigut positive Electricität, zeigen.

Meffersdorf im April 1804.

IV.

V E R S U C H E

über

die Electricität des Holzes beim Schaben oder Schneiden,

von

W. W I L S O N
in London.*)

Ich bearbeite häufig sehr trockenes Holz, das mehrere Stunden lang über starkem Feuer gedörrt worden. Dabei bemerkte ich häufig, dass die Späne an den eisernen Instrumenten und an andern Körpern hängen blieben. Seit ein Paar Jahren zog diese Erscheinung meine Aufmerksamkeit besonders auf sich, und veranlasste mich zu folgenden Versuchen.

Ich legte auf die Deckplatte eines Bennet'schen Electrometers eine Zinnscheibe von 6 Zoll Durchmesser, und schabte nun ein trockenes und warmes Stück Buchenholz mit einem trockenen und erwärmtten Stücke Fensterglas so, dass einige wenige der abgeschabten Späne auf die Platte fielen. Die Goldblättchen divergirten sogleich mit + E

*) Zusammen gezogen aus Nicholson's Journal,
Vol. 4, p. 49. d. H.

und kamen zum Anschlagen. Der Erfolg blieb stets derselbe, wiewohl nicht immer von gleicher Stärke, ich möchte warmes oder kaltes Holz nehmen. — Nahm ich zum Schaben des Holzes ein *Messer*, so zeigten die Späne desselben Holzes — E. Als ich indess verschiedene Hölzer nahm und sie mit dem Messer schabte oder damit kleine Späne abschnitzte, erhielt ich sehr ungewisse Resultate, nämlich bald positive, bald ein Mahl negative Electricität, selbst wenn ich dasselbe Holz und dasselbe Messer nahm.

Als ich die Schneide eines Federmessers in eine Glasröhre eingesetzt und so isolirt hatte, zeigte sie nach dem Schaben oder Schneiden stets die entgegen gesetzte Electricität mit der der Späne. Letztere war meist positiv, mitunter jedoch auch negativ; woher? dies zu entdecken, wollte mir nicht gelingen. Erst nach mehrern hundert Versuchen fand ich, daß es von Einfluß ist, ob die Klinge scharf ist, oder nicht. Ich hatte eben mit dem isolirten Federmesser positive Späne erhalten; zog darauf das Messer, daß es besser schneiden möchte, auf einem Wetzsteine ab, (was ich häufig zuvor gethan hatte,) und erhielt nun von demselben Holze negative Späne. Ich nahm sogleich ein anderes wenig gebrauchtes Messer, und schnitt, ohne es zuvor scharf zu machen, damit das Holz; die Späne waren positiv. Als ich nun das Federmesser nahm, das ich geschärft hatte, gab auch dieses positive Späne; so wie ich es indess wieder

auf dem Wetzsteine (*stone*) scharfste, waren die Späne auch wieder negativ - electricisch. *)

Schohn glaubte ich den wahren Grund entdeckt zu haben. Um mich indess davon völlig zu überzeugen, schliff ich an ein Federmesser eine sehr feine Schneide, und nahm dieselben Hölzer wieder, die mir zu den vorigen Versuchen gedient hatten. In 24 Versuchen mit Kirschholz, 4 mit Ulmenholz, und 6 mit Eibenholtz hatten die Späne immer — E. Ich führte nun die Schärfe des Messers leicht über ein Stück Eisen hin, um es stumpfer zu machen; aber es gab darum nicht weniger negative Späne. Selbst als ich es nochmals auf dem Eisen bin und her geführt und es recht stumpf gemacht hatte, blieben die Späne negativ. **) Ich rieb nun die Schneide des Messers auf einem Schleifsteinen (*grindstone*) rauh; auch diese rauhe Schneide gab negative Späne. Endlich schliff ich das Federmesser wieder auf dem Wetzsteine mit Sorgfalt, erhielt aber mit der scharfen Schneide wiederum negative Späne.

Bei allen diesen letztern Versuchen waren die Hölzer kalt gewesen. Zu den erstern hatte ich mehrentheils erwärmtes, und nur einige Mahl

*) Das vorgängige Schleifen möchte hier von mehr Einfluss, als die grössere Schärfe der Schneide gewesen seyn. d. H.

**) Reiben von Stahl auf Eisen und Reiben von Stahl auf einem Wetzsteine, sind nicht gleiche Umstände. d. H.

kaltes Holz genommen. Vielleicht konnte die Verschiedenheit des Resultats von diesem Umstände abhängen. Um dieses auszumachen, spaltete ich das Stück Kirschholz, welches zu den vorigen Versuchen gedient hatte, und durchhitzte die eine Hälfte desselben über Feuer. Sie gab mit demselben Messer 6 Mahl hinter einander positive Späne, und auch als sie erkaltet und kaum noch warm war, 4 Mahl positive Späne. Dagegen gab die andere Hälfte, die seit 5 oder 6 Stunden dem Feuer nicht nahe gekommen war, jedes Mahl, bei 4 Versuchen, negative Späne. Ich machte sie darauf durchgehends heiß, und schnitt mit demselben Messer Späne ab; sie waren nun in 7 Versuchen hinter einander immer positiv. Nachdem beide Stücke vier Stunden lang gelegen hatten, um völlig kalt zu werden, gaben beide in 12 Versuchen stets negative Späne; als aber das eine wieder heiß gemacht worden war, erhielt ich davon 6 Mahl hinter einander positive Späne. Das andere Stück Kirschholz erwärmt ich darauf äußerlich, doch so, dass es innerlich noch kalt war; in 8 Versuchen gab es nun 4 Mahl positive und 4 Mahl negative Späne; als es aber nach 3 bis 4 Stunden wieder durchaus kalt geworden war, fanden sich die Späne in 8 Versuchen stets negativ. Eben so die Späne eines dritten Stücks Kirschholz, das seit 4 oder 5 Tagen keinem Feuer nahe gekommen war.

Ich wiederholte diese Versuche mit verchie-

denen nicht sonderlich scharfen Messern, und mit Kirschholz und Büchenholz; immer gab das Holz durchaus erhitzt oder so weit erkaltet, dass es nicht mehr merklich warm war, positive, dagegen 3 bis 4 Stunden nach durchgängiger Erhitzung negative Späne. Manchmahl, wenn das Holz nur erst wenig erwärmt war, hielte es äusserst schwer, überhaupt Zeichen von Electricität zu bekommen; und andere Mahl, wenn es nur kurze Zeit sehr nahe beim Feuer gelegen hatte und nur noch äusserlich warm war, waren erst einige wenige Späne positiv, die folgenden dagegen alle negativ. Einmahl machte der erste Span das Electrometer um 1 Zoll divergiren, und der zweite es wieder völlig zusammen fallen.

Ich schärfte mir nun zwei Messer mit vieler Sorgfalt auf einem Wetzsteine, machte dasselbe Stück Kirschholz durchaus heiß, und erhielt in 9 Versuchen mit dem einen, und in 5 Versuchen mit dem andern dieser Messer, immer nichts als negative Späne. Dasselbe war im Ganzen der Fall in eben so viel Versuchen mit dem Büchenholze, nur dass dieses harte Holz den Messern gar bald die nöthige Schärfe nahm; daher waren jedes Mahl nur der erste oder die beiden ersten Späne negativ, die folgenden schon positiv - electricisch. Schärfte ich dann aber nur das Messer, so waren wieder der nächste oder die beiden nächsten Späne negativ. Etwas ähnliches zeigte sich mir in der Folge auch beim Kirschholze, nur dass dieses erst,

nachdem es zehn oder zwölf Späne hergegeben hatte, dem Messer die nötige Schärfe benahm.

Es erhellt aus diesen Versuchen folgendes:

1. Wenn sehr trockenes Holz mit Fensterglas geschabt wird, sind die Holzspäne immer positiv-electrisch. — 2. Wird es mit einem Messer geschnitten, das nicht sehr scharf ist, so giebt es, falls es durchaus heiss ist, positive, falls es durchaus kalt ist, negativ-electrische Späne. — 3. Ist dagegen die Schneide des Messers außerordentlich scharf, so sind die Späne immer negativ-electrisch, das Holz mag heiss oder kalt seyn.

Die meisten dieser Versuche wurden mit der isolirten Federmesser Klinge gemacht; sie hatte jedes Mahl die entgegen gesetzte Electricität der Späne. Die Oberfläche des Holzes, da wo der Span abgeschnitten war, zeigte sich nur sehr selten, und auch dann immer nur sehr schwach electrisirt, und in diesen Fällen war die Electricität derselben mit der schwächsten der beiden gleichartig.*)

Noch habe ich wiederholt gefunden, dass, wenn ein Stück trockenen und warmen Holzes plötzlich von einander gespalten wird, die beiden von einander gesonderten Flächen electrisirt sind, und zwar die eine positiv, die andere negativ.

*) Man vergleiche hiermit die Resultate aus Vassalli's sorgfältigen Versuchen über die Electricität beim Schaben verschiedenartiger Körper, in den Annalen, VII, 498.

d. H.

V.

*Schmelzpunkt des Bleies und Siedepunkt
des Quecksilbers,*

von

M. J. C H R I C H T O N. *)

Ich hatte vor einiger Zeit Thermometer mit langen Scalen verfertigt, und wünschte, zu sehen, ob sie in den höhern Temperaturen harmonirten. Zu dem Ende verschaffte ich mir $1\frac{1}{2}$ Pfund feinen Zinnes, und brachte dieses, nachdem ich zuvor zwei dieser Thermometer an einen Träger, [wahrscheinlich nahe über der Gluth,] gehängt hatte, zum Schmelzen, bei einer Hitze, die um 20 bis 30° Fahr. höher als der Siedepunkt des Zinnes seyn mochte. Darauf tauchte ich beide Thermometer in das geschmolzene Metall. Beide sanken nun allmählich bis 442° Fahr. herab; dann fielen sie plötzlich auf 439° und stiegen eben so schnell wieder auf 442° zurück. Auf diesem Punkte blieb das Quecksilber 5 Minuten lang unverrückt stehen, welche Zeit hindurch das geschmolzene Zinn im Innern des Tiegels erstarre.

*) Aus Tilloch's *Philos. magazine*, 1803, Mars, und van Mons *Journ. de Chimie et de Phys.*, t. 5, p. 31.

d. H.

Diese Beobachtung war für mich überraschend, und ich bat daher Herrn Mickleham, bei einer Wiederhohlung des Versuchs gegenwärtig zu seyn. Wir verschafften uns $1\frac{1}{2}$ Pfund Zinn aus einem andern Hüttenwerke und wiederholten den Versuch mehrere Mahl. Der Erfolg war immer derselbe, und so hatten wir also einen neuen festen Punkt für die Graduirung der Thermometer aufgefunden.

Man glaubte bisher, der Siedepunkt des Quecksilbers sey bei 600° Fahr. Ich habe mich davon verichert, daß das Quecksilber nie bei einer geringern Hitze als 655° Fahr. kocht. Doch habe ich den wahren Siedepunkt desselben noch nicht mit Zuverlässigkeit bestimmen können.

VI.

FORTGESETZTE NACHRICHT
*von den neuesten Versuchen des Grafen
 von Rumford über die strahlende Wärme,
 welche er dem franz. Nationalinstitute
 mitgetheilt hat,*

vom

Dr. FRIEGLÄNDER.^{*)}

Paris im Mai 1804,

Wie man aus den vorher gehenden Versuchen, [Seite 37 und 39 f.,] gesehen hat, erwärmen und erkälten sich die Metalle in freier Zimmerluft schneller, wenn sie rauh und geschwärzt sind, als wenn ihre Oberfläche polirt ist. Graf Rumford wünschte zu wissen, ob dieses auch dann statt fin-

^{*)} Oeffentlichen Nachrichten zu Folge hat der Herr Graf von Rumford diese seine Untersuchungen über strahlende Wärme und Wärmeverbreitung für ein eignes Werk bestimmt, woran in Genf gedruckt wird. Schon aus diesem Grunde würde ich sie in den Annalen nicht in ihrem ganzen Umfange aufnehmen können. Sollte man daher auch diese Notizen, die mir Hr. Dr. Friedländer von ihnen mitzutheilen die Güte hat, nicht in dem Sinne vollständig finden, wie die übrigen Auszüge in den Anna-Annal. d. Physik. B. 17. St. 2. J. 1804. St. 6.

de, wenn man sie in verschlossenen Gefässen aufbewahrt, wo sie nur mit einer gewissen Quantität Luft umgeben sind, oder wenn man sie darin mit warmen oder kaltem Wasser umgießt.

In dieser Absicht wurde ein cylindrisches porirtes Gefäß aus dünnem Messingbleche, welches 3 Zoll Durchmesser und 4 Zoll Höhe hatte, in der Mitte eines grössern schwebend befestigt. In der Achse des Ppropfes, welcher dieses letztere verschloß, war ein $\frac{1}{2}$ Zoll grosses Loch durchgebohrt; in dieses passte der Hals des innern Gefäßes, das von dem Ppropfe so gehalten wurde, dass sich überall ein Zoll Zwischenraum zwischen beiden Gefässen befand. Das äussere Gefäß ruhte auf einer kleinen $\frac{3}{4}$ Zoll weiten und $1\frac{1}{2}$ Zoll langen Röhre, die an einem schweren Fusse befestigt war, damit es in ein Gefäß mit Wasser gestellt werden konnte. Dass der Boden des grössern Gefäßes erst nach Einbringung des kleinen Gefäßes eingelöthet wurde, versteht sich. Das Instrument glich, wie man sieht, vermöge dieser Einrichtung im Ganzen demjenigen, dessen sich Graf Rumford zu seinen Versuchen über die Verbreitung der Wärme in Flüssigkeiten bedient, und in seinem sieben-ten *Essay* unter dem Namen: *Thermometre de passage*, beschrieben hat. [Ann., V, Taf. VI.]

len, so scheinen sie mir in diesem Falle doch zweckmässig zu seyn. Auch kommt dazu, dass sie das Interesse der grössten Neuheit für sich haben.

d. H.

Das innere Gefäß wurde nun mit kochendem Wasser gefüllt, und ein Thermometer mit einem 4 Zoll langen cylindrischen Gefäße in dasselbe hinein gestellt. Das äussere Gefäß füllte man mit zerstoßenem Eise. Das innere Messinggefäß war in diesem Instrumente polirt; in einem zweiten ganz ähnlichen Instruments war es, zum Behufe vergleichender Versuche, geschwärzt. Beide Instrumente wurden neben einander in eine Wanne gestellt, die mit zerstoßenem Eise angefüllt war, und stets in der Temperatur des schmelzenden Eises erhalten wurde; und so beobachtete man mehrere Stunden lang den Gang ihrer Erkaltung. Da das specifische Gewicht des Wassers bei der Temperatur von 3 bis 4° R. grösser ist, als das des schmelzenden Eises, so konnte vielleicht das Wasser am Boden der Wanne etwas wärmer seyn; zur grössern Vorsicht setzte man daher den Boden des Instruments auf ein Gestell von Blech, das mit Eis bedeckt war; und da dieses Gestell auf 3 Zoll langen Füßen stand, so ließ sich auch unter demselben Eis auf dem Boden der Wanne anbringen, so dass der ganze Apparat ringsum in Eis stand.

Gleich im Anfange fielen die Thermometer zu schnell, als dass man sie hätte verfolgen können. Man wartete daher bis zu dem Augenblicke, in welchem sie auf 55° standen, und beobachtete nun die Zeit, die auf das Fallen der Thermometer von 5 zu 5 Graden bis zu +5° R. hinab, hinging. Der Versuch dauerte 8 Stunden und gab folgendes Resultat:

	Es bedurfte um zu fallen	das Thermometer:	
		A im po- litirten Ge- fasse	B im ge- schwärz- ten Gef.
von	55° auf 50° R.	Min. Sec.	Min. Sec.
—	50 — 45	11 6	7 5
—	45 — 40	13 15	8 10
—	40 — 35	15 12	9 5
—	35 — 30	19 10	10 50
—	30 — 25	22 24	12 18
—	25 — 20	27 50	15 10
—	20 — 15	37 6	21 15
—	15 — 10	54 15	28 15
—	10 — 5	80 25	41 25
Ueberh.	— 55 — 5	183 45	85 15
		478	254
		4 [?]	5 [?]

Also erkaltete der geschwärzte Körper, auch von einer Flüssigkeit, wie Wasser, umgeben, schneller als der polirte. Aber der Gang der Geschwindigkeit des Erkaltens beider ist verschieden; und zwar ist der Unterschied in der Schnelligkeit des Erkaltens beider desto geringer, je nachdem die Temperatur des Mediums, in welchem die Instrumente zum Erkalten stehen, weniger von der Temperatur der Instrumente selbst verschieden ist. Denn um von 55° auf 50° zu fallen, brauchte der polirte Körper 11' 6'', der geschwärzte 7' 5''; um aber von 10° zu 5° R. zu fallen, bedurfte der polirte 183' 45'', der geschwärzte 85' 15''. [Jene Zeiten verhalten sich wie 10000 : 6389, diese wie 10000 : 4640.] Es ist indes wahrscheinlich, dass die Verschiedenheit im Verhältnisse der Erkaltungszeit in verschiedenen Temperaturen nur

scheinbar ist, und von der längern oder kürzern Zeit abhängt, die erfordert wird, um die Thermometer in den Gefässen die mittlere Temperatur der sie umgebenden Wassermassen annehmen zu machen.

Die Resultate der Versuche, die im vorigen Jahre vom Grafen Rumford mit polirten und unpolirten Gefässen in freier Zimmerluft angestellt wurden, lehrten, dass die polirten Gefässe $39' 30''$ nöthig hatten, um von 50° zu 40° F., [von 8° auf $3\frac{1}{2}^\circ$ R.,] zu fallen, indess die unpolirten hierzu nur $22'$ bedurften. Die Zeiten sind also wie^{*} $10000 : 5810$. In ganz freier Luft war dieses Verhältniss wie $10000 : 5654$.

Aus den Vorstellungen vom Wärmestrahlen der Körper folgert Graf Rumford, dass, wenn die Temperaturveränderungen von der strahlenden Wärme herrühren, und die Intensität der Strahlungswirkung eines Körpers im umgekehrten Verhältnisse mit dem Quadrate der Entfernung stehe, ein warmer Körper, der zum Erkalten in einer von allen Seiten mit Mauern umgebenen Luft sich befindet, wie gross auch das Zimmer sey, doch immer in gleicher Zeit erkalten müsse, woffern nur die Oberfläche in der gegebenen Temperatur constant dieselbe sey. Dieses scheinen die jetzigen Versuche wie die des vorigen Jahres zu bestätigen.'

Die Einwirkung der Luft beim Erkalten im eingesperrten Raume scheint übrigens weit gerin-

ger zu seyn, als man gewöhnlich glaubt. Denn directe Versuche haben gezeigt, dass die Körper im leeren Raume sich ebenfalls ziemlich schnell erkälten und erwärmen. Wenn ein warmer Körper in ruhiger Luft erkaltet, die nicht bewegt wird, so möchte, wie der Hr. Graf meint, nur ~~es~~ von dem, was der Körper verliert, der Luft zukommen; das übrige erhalten die entfernten festen soliden Körper durch Ausstrahlen.

In *dem vierten Memoire*, welches Graf Rumford Anfangs Mai dem Nationalinstitute mitgetheilt hat, beschreibt er folgende Versuche:

Zwei fast cylindrische Gefässer von gleicher Gestalt und Dimension, 3" 10¹¹" weit, 5" hoch, und jedes mit einem engen, 1¹¹ 2¹¹" hohen Halse versehen, von welchen das eine von starkem Glase, das andere von sehr dünnem Bleche verfertigt war, wurden sorgfältig gewogen, und ihre Oberfläche wurde ausgemessen. Das Gefäß von Glas wog 13 Unzen 1 Drachme und 18 Grm., das blecherne nur 5 Unzen 1 Drachme und 55 Gr.; die äussere Oberfläche des letztern Gefäßes betrug 54,462 Quadratzoll, welches für die Dicke der Wände 0,2142 Linien macht, wenn nämlich die specifische Schwere des Blechs auf 7,8404 gesetzt wird. Die Glasfläche war 6 Mahl so dick, wie das aus dem Gewichte, aus der specifischen Schwere und der Oberfläche leicht zu berechnen ist. Bei-

die Gefäße wurden mit kochendem Wasser gefüllt, und an Fäden ruhig in einem grossen Zimmer 5 Fuß über dem Boden und 4 Fuß von einander entfernt aufgehängt. Die Temperatur des Zimmers war $9\frac{3}{4}$ R., und variierte um keinen $\frac{1}{2}$ Grad. In der Achse jedes Gefäßes wurden gute Thermometer mit 4 Zoll langen und $2\frac{1}{2}$ Linien dicken Quecksilbergefäßen im Wasser aufgehängt, und die Erkaltung von 5 zu 5 Minuten, 8 Stunden lang aufgezeichnet. Da das Glas sehr dicke Wände hatte, und gewöhnlich für den schlechtesten Wärmeleiter gehalten wird, so hätte man glauben sollen, dass das Wasser in dem blechernen Gefäße eher erkalten müsse; allein es erfolgte das Gegenteil. Das Glas erkaltete 2 Mal schneller als das Metall. Denn in dem blechernen Gefäße brauchte das Wasser $50' 16''$, um 10° , (von 50° zu 40° F.) zu erkalten, indes es im Glasgefäß dazu nur 30 Minuten brauchte. „Nimmt man die „Hypothese an, dass die warmen Körper nicht „durch Verlust oder Annahme einer fremden ma-“““riellen Wärmeschwärzung, sondern durch die Ein-“““wirkung kälterer Körper, die sie umgeben, und „eine ätherische Flüssigkeit in wellenförmigen „Strahlen ausströmen, in ihrer Temperatur ver-“““ändert werden; so wären, wie der Hr. Graf „meint, die Resultate erklärbar, statt dass er-“““ohne die Annahme dieser Hypothese sie nicht er-“““klären zu können glaubt.“

Man könnte vielleicht vermuten, dass die

an der Oberfläche der beiden Gefäße anhängende Luft, welche mit ungleicher Anziehung wirkt, die Ursache des Unterschiedes der Zeit der Erkaltung sey; allein die erkältende Eigenschaft nahm, wie man sich aus der ersten Abhandlung erinnert, nachdem man das metallene Gefäß mit 1, 2, 4, ja mit 8 Lagen Fünnis bedeckt hatte, stets zu.

Aus den in München angestellten und der Societät der Wissenschaften zu London übergeschickten Versuchen ergab sich übrigens, daß die Erkaltung des Wassers in Gefäßen von verschiedenen Metalle gleich ist, wofern nur die Oberfläche derselben gleich glatt ist. Alles dieses bestimmt den Hrn. Grafen zu folgender Erklärung: „Die „Strahlen,“ sagt er, „welche die Oberfläche nicht „durchdringen, müssen zurück geworfen werden. „Die wärmenden und erkältenden Strahlen haben nämlich mit den Lichtstrahlen dieses gemein, „sie durchdringen das Glas, indem sie dagegen, „wie der Hr. Graf das schon voraus vermutete, „von metallischen Flächen zurück prallen.“

Man hat den Zustand eines warmen Körpers mit einem Schwamme verglichen, der eine Quantität Wasser eingefügt hat. Der Verlust der Wärme durchs Ausstrahlen könnte demnach mit dem des Verdunstens verglichen werden. Wäre die Erde gleich warm und mit einem feuchten Ueberzuge bedeckt, so würde auf einer bergigen Meile, wie natürlich, mehr Ausdunstung erfolgen, als auf einer ebenen, weil mehr Oberfläche der Ver-

dunstung ausgesetzt ist. Eben so, könnte man glauben, müsse eine rauhe Oberfläche mehr Wärme fahren lassen, als eine glatte. Allein eine mehr oder weniger polirte Fläche scheint keinen merklichen Unterschied der Erkaltung darzubieten, wie folgender Versuch lehrt.

Zwei Gefäße von Kupfer, von welchen das eine ganz glatt, das andere mit Schmirgel etwas rauh gemacht worden war, wurden mit heißem Wasser gefüllt, und erkalteten gleich schnell. Hatte man aber nicht die Vorsicht gebraucht, das rauhe Gefäß von aller Unreinigkeit völlig zu befreien, die sich in die Ritzen setzte, so war das Resultat gleich verschieden, und die Erkaltung schneller. Man muss daher die unpolirten Flächen von denen, die wenig oder gar kein Licht reflectiren, wohl unterscheiden; die Oberfläche eines Metalles ist polirt genug, wenn sie auch mit Ritzen bedeckt, und der Glanz nicht sichtbar ist, wosfern sie nur von keinem andern Körper bedeckt wird.

Kehren wir noch ein Mahl zur Vergleichung des Erkaltens der Körper mit dem Verdunsten des Wassers auf der Erde zurück, und nehmen wir an, daß dieses Verdunsten nicht von der inneren Wärme, sondern von den umgebenden Körpern, wie z. B. von den Lichtstrahlen, herrühre, so wird die Ausdunstung von bergigen Gegenden und Ebenen gleich seyn. Eben so wird, wenn das Erkalten eines Körpers nicht von dem Ausströmen

einer materiellen Substanz, sondern von der Wirkung der Strahlen, die von den umgebenden Körpern herkommen, abhängt, — die mehr oder minder starke Politur der Oberfläche keinen merklichen Einfluss auf die Schnelligkeit des Erkaltens haben. Dass diesem wirklich so sey, haben dem Hrn. Grafen die jetzt von ihm mitgetheilten Versuche gelehrt, die er, wie er sagt, mit der Geduld verfolgt hat, welche die Liebe zu den Wissenschaften einflösst. Da sie sich, nach ihm, mit den gewöhnlichen Vorstellungsarten nicht vereinigen lassen, so glaubte er diese feine Arbeiten, Entdeckungen und Meinungen den beiden berühmtesten gelehrten Gesellschaften, der *Royal Society* und dem *Institut national*, vorlegen zu müssen, und er wünscht dabei, dass auch die Gelehrten anderer Nationen sich mit diesem wichtigen Gegenstande beschäftigen möchten.

Graf Rumford hatte bisher hauptsächlich nur Versuche über den Durchgang der Wärme durch Flüssigkeiten und pulverisierte Körper angestellt. Er wünschte nun auch, die *Gesetze der Fortpflanzung der Wärme durch feste Körper* auszumitteln. Vorzüglich beschäftigten ihn die *Metalle*. Er liess sich zwei cylindrische Gefäße von Eisenblech fertigen, die 6 Zoll weit und 6 Zoll hoch wären, und verband sie durch einen soliden, 6 Zoll langen und $\frac{1}{2}$ Zoll dicken cylind-

drischen Stab von Kupfer, der zwischen den beiden Gefäßen horizontal lag, und dessen Enden in zwei Löcher der Gefäße eingelöthet waren, die sich ungefähr in der Mitte ihrer Höhe befanden. Hier waren sie etwas abgeplattet, so dass der Stab innerhalb der Gefäße nirgends hervor rägte. Das Ganze stand auf 3 Füssen von $8\frac{1}{2}$ Zoll Länge, wo von einer am einen, und zwei am andern Gefäß befestigt waren. Eins der Gefäße wurde mit kochendem Wasser, das andere mit Eis gefüllt; jedes dieser beiden Mittel war folglich mit einem der Enden des Kupferstabes in Berührung. In dem kupfernen Cylinder waren in gleichen Abständen von einander und den Gefäßen 3 Löcher vertical gebohrt, welche die Kugeln dreier kleiner Thermometer aufnahmen. Jedes dieser Löcher war 4 Linien weit und $1\frac{1}{2}$ Linien tief, so dass die Thermometerkugeln, deren jede 3 Linien im Durchmesser hatte, sich genau in der Achse des Cylinders befanden. Die Löcher wurden, nachdem die Thermometer darin standen, voll Quecksilber gegossen, um dadurch die Mittheilung der Wärme zu erleichtern. Eine Weingeiftlampe, die unter das Gefäß mit Wasser gestellt wurde, diente, das Wasser stets kochend zu erhalten, und indem man in das andere immer Eis hinzu that, wurde dieses bleibend in der Temperatur des Gefrierpunkts erhalten. Die Thermometer hatten übrigens Fahrenheit'sche Scalen.

Das Erste, was Graf Rumford zu wissen

wünschte, waren die Temperaturen, bei welchen die Thermometer still stehen würden; weshalb er sie nur die letzte halbe Stunde, da sie sich diesem Stillstande näherten, mit Genauigkeit beobachtete. Folgendes ist das Resultat des Versuchs, den er in dieser Absicht den 28sten April 1804, bei einer Temperatur des Zimmers von 78° Fahr., anstellte.

Zeit.	Temperatur des Thermo- meters <i>B</i> , dem kochendem Wasser am nächsten.			Temperatur des Thermo- meters <i>C</i> , in der Mitte des Cylinders.	Temperatur des Thermo- meters <i>D</i> , dem Eise am nächsten.	
	Uhr.	Min.	Sec.	Grad.		
1	52	15		160	130	105
	53	30		160 $\frac{1}{2}$	131	105 $\frac{1}{2}$
	55			161	131 $\frac{1}{4}$	106
	56	30		161 $\frac{3}{4}$	132	106 $\frac{1}{2}$
	58			162	132 $\frac{1}{2}$	107
2	—	—		162	132 $\frac{3}{4}$	107 $\frac{1}{2}$
	1	30		162	133	107 $\frac{1}{2}$
	4			162	132 $\frac{1}{4}$	106 $\frac{1}{2}$
	6			162	132	106
	9			162	132 $\frac{1}{2}$	106 $\frac{1}{2}$
	11			162	132 $\frac{3}{4}$	106 $\frac{1}{2}$
	28			162	132 $\frac{1}{4}$	106 $\frac{1}{2}$

Gefetzt, die Theilchen, aus welchen der Kupferstab zusammen gesetzt ist, befänden sich in gewissen Entfernung von einander, und strahlten die Wärme aus. Man denke sich drei solcher Theilchen *A*, *C*, *E* in gerader Linie. *A* habe beständig die Hitze des kochenden Wassers, *E* stets die des schmelzenden Eises, so muß, nach den oben mitgetheilten Versuchen, das Theilchen *C*, wel-

ches sich in der Mitte zwischen den beiden ausstrahlenden Theilchen **A** und **E** befindet, das arithmetische Mittel zwischen den Temperaturen der Körperchen **A** und **E** annehmen, das heißtt, zwischen 212 und 32°, welches 122° Fahr. ist. Setzte man nun noch zwischen **A** und **C** ein Theilchen **B**, und zwischen **C** und **E** ein Theilchen **D**, so dass die gerade Linie **AE** aus fünf Theilchen in gleichen Entfernung von einander, **A, B, C, D, E**, bestünde; so müfste wiederum **B** die mittlere Temperatur zwischen **A** und **C**, das heißtt, von 167° Fahr., und **D** die mittlere Temperatur zwischen **C** und **E**, das heißtt, von 77° Fahr., annehmen; und wirkte nun zugleich die Wärme in **A** mit gleicher Kraft, wie die Kälte in **E**, so müfste die Temperatur der verschiedenen Theile des Cylinders in arithmetischer Progression abnehmen. Das würde indess voraus setzen, dass die Oberflächen dieser Theilchen, oder der in einem Cylinder vereinigten Bündel von Theilchen ganz isolirt und völlig von dem Einflusse der umgebenden Körper geschützt wären. Dieses ist aber völlig unmöglich; schon die umgebende Luft wirkt auf unsre Instrumente. Indessen lässt sich die Temperatur der umgebenden Körper, mit in Anschlag bringen.

Man setze, dass die umgebende Luft eine Temperatur von 32° Fahr. habe. Dann muss natürlich der wärmste Theil des Stabes die meiste Wärme verlieren, und die Erkaltung desselben wird vom wärmsten Ende **A**, welches mit dem ko-

chenden Wasser in Verbindung ist, nach *E*, welches das schmelzende Eis berührt; stets abnehmen. Nun ist bekannt, dass die Schnelligkeit, mit welcher ein Körper in einem kälteren Medium erkaltet, stets der Differenz zwischen seiner Temperatur und der des Mediums proportional ist. Folglich wird der Kupferstab zwar vom Siedepunkte *A* nach dem Gefrierpunkte *E* in arithmetischer Progression an Wärme abnehmen, diese Abnahme aber durch die Einwirkung der äussern Luft beschleunigt werden; gegen den Gefrierpunkt hin jedoch immer weniger, da hier die Temperatur der Theilchen immer weniger von der der umgebenden Luft verschieden ist. Hieraus kann man den Schluss ziehen, dass, wenn man eine gewisse Anzahl Punkte in gleicher Entfernung von einander in der Achse des Kupferstabes nimmt, die Temperaturen dieser Punkte in geometrischen Verhältnissen fortschreiten müssen. Sind so z. B. *AB, BC, CD, DE*, (Taf. II, Fig. 4,) gleiche Theile einer geraden Linie, und errichtet man auf dieser Linie in den Punkten *A, B, C, D, E* Perpendikel, und trägt auf diese die Stücke *AF, BG, CH, DI, EK* so auf, dass *AF* der Temperatur des Cylinders in *A*, *BG* in *B*, und so weiter proportional ist; so werden die Ordinaten *AF, BG, u. s. w.*, in geometrischem Verhältnisse seyn, wenn die dazu gehörigen Abscissen in arithmetischem Verhältnisse stehn. Die kurme Linie *PQ*, welche durch die Enden aller Ordinaten geht, muß daher offenbar die *logarithmische Curve* seyn.

Um nun das Resultat des vorigen Versuchs zur leichtern Uebericht auf ähnliche Art in einer Curve darzustellen, möge *A E*, (Fig. 5,) die Achse des kupfernen Stabes, und *B, C, D* mögen die Stellen der Thermometer in ihm bedeuten, da dann *A B, B C, C D, D E* gleiche Theile sind. Der Ordinate *A f*, welche die Temperatur des kochenden Wassers vorstellt, gebe man 212 Theile, so hat, nach dem Versuche, *B g* 162, *C h* $132\frac{3}{4}$, *D i* $106\frac{1}{2}$, und *E k* 32 solcher Theile, da der Punkt *E* die Temperatur des schmelzenden Eises annimmt. Zieht man nun durch die Punkte *f, g, h, i, k* die Curve *P Q*, so ist diese es, welche die Temperaturen des Kupferstabes darstellt, wie sie sich in dem Versuche gefunden haben. Sie weicht an beiden Enden sehr von der logarithmischen ab, welche in der Voraussetzung, dass die Temperatur der umgebenden Luft der des schmelzenden Eises gleich sey, statt haben würde, zumahl nach unten hin, wo sie sich der Achse des Cylinders stark nähert. Will man sehen, wie viel sie abweicht, so darf man nur eine logarithmische Linie *R S* so ziehen, dass sie durch *g* und *i* geht. Die Ordinaten derselben sind:

in den Punkten *A, B, C, D, E*

statt 212, 162, $132\frac{3}{4}$, $106\frac{1}{2}$, 32

vielmehr 199,55, 162, 131, $106\frac{1}{2}$, 86,35

Differenz — 12,45, 0, $-\frac{1}{4}$, 0, +54,35

Der grosse Unterschied, der sich hier zwischen der Temperatur des eiskalten Wassers und

der des Endes des Cylinders findet, welches mit dem Eise in Berührung ist, führte auf die Vermuthung, daß dieser Unterschied von der Eigenschaft herrühre, welche das Wasser mit allen Flüssigkeiten gemein hat, ein so schlechter Wärmeleiter, oder vielmehr ein völliger Nichtleiter der Wärme zu seyn.

Findet, wie der Herr Graf schon früher bewiesen zu haben glaubt, zwischen den benachbar-ten Theilchen einer Flüssigkeit keine merkliche Mittheilung der Wärme Statt, und ist die Erwärmung oder Erkaltung einer Flüssigkeit nur Folge der Bewegung, in welche die Theilchen der Flüs-sigkeit gerathen, indem ihre specifische Schwere durch die Wärme verändert wird; *) — so ließ sich voraus sehen, daß das kalte Wasser, dessen specifi sche Schwere in der Nähe des Gefrierpunkts nur sehr wenig geändert wird, einen nur wenig warmen fe-sten Körper, der in dasselbe getaucht ist, auch nur sehr langsam erkälten würde. Um dieses deut-lich

*) Sehr triftige Gründe gegen diese Meinung, durch genaue Versuche englischer Physiker bewährt, habe ich in den Ann., XIV, 129 — 198, zusammen gestellt, und andere von nicht minderer Wichtigkeit wird das nächste Stück der Annalen liefern. Ich habe nicht gefunden, daß Graf von Rumford oder ein anderer Physiker bis jetzt auf die ersteren geantwortet hätte.

d. H.

lich zu machen, - wurde folgender Versuch ange stellt:

Die drei Thermometer im vorigen Versuche waren zum Stillstande gekommen, *B* bei 162° , *C* bei $132\frac{3}{4}^{\circ}$, *D*: bei $106\frac{1}{2}^{\circ}$. Man fing nun an, mit einem Stückchen Holz die Eismischung schnell zu rühren, und fuhr damit ununterbrochen mit gleicher Geschwindigkeit 22 Minuten lang fort. So gleich fingen die Thermometer an zu fallen, und zwar fort dauernd, bis

B von 162° auf 152° ,

C von $132\frac{3}{4}^{\circ}$ auf $111\frac{3}{4}^{\circ}$,

D von $106\frac{1}{2}^{\circ}$ auf $78\frac{1}{2}^{\circ}$ gefallen war.

Es war also *B* 10° , *C* 21° , und *D* 28° Fahr. gesunken. So bald man mit Röhren aufhörte, stiegen die Thermometer wieder, und nach einer Viertelstunde waren sie da, wo sie gestanden hatten. Figur 6 stellt die Resultate der beiden Versuche in Curven dar, *RS*, die, wo das kalte Wasser in Ruhe, *VW* die, wo es in Bewegung war.

Man sieht daraus, 1. dass der Gang der Erkaltung oder der Abnahme der Temperatur allenthalben im Kupferstäbe schneller war, wenn das kalte Wasser im Gefäse bewegt wurde, als wenn es in Ruhe stand; 2. dass das Ende des Kupferstabes im ersten Falle ungefähr um 30° kälter, als im zweiten wurde; und 3. dass der Gang der Erkaltung in den letzten Versuchen allenthalben ungefähr dem gleich ist, was die Theorie aufgestellt hat. Da der Gang der Abnahme der Tempera-

tur gegen die Mitte des Cylinders so regelmässig ist, so röhren die Unregelmässigkeiten an den beiden Enden wohl bloß von der Schwierigkeit her, womit eine Wassermasse ihre Temperatur den festen Körpern, mit welchen sie in Berührung ist, mittheilt. Das kochende Wasser, welches an sich selbst in steter Bewegung ist, hat vor dem kalten, das in Ruhe ist, eben dadurch den Vortheil voraus, die Wärme schneller mittheilen zu können. Bewegt man es indessen mit einer Feder, zumahl am Boden des Gefäßes, so steigt auch an dem nach demselben hin gekehrten Ende des Stabes das Thermometer um mehrere Grade höher.

Da die Resultate der Versuche nicht stets eine völlig mit der Theorie überein stimmende Abnahme anzeigen, so könnte man vielleicht glauben, dass die Theorie selbst nicht richtig sey. Bei einiger Ueberlegung findet man indess leicht, dass eine völlige Uebereinstimmung zwischen beiden nur dann Statt finden könnte; wenn unsre Thermometer vollkommen wären. Man weiß aber, dass die Thermometerscalen alle fehlerhaft sind. Der Herr Graf nimmt sich vor, seine Aufmerksamkeit besonders auf die Vervollkommnung der Thermometerscalen zu richten, um dieses Instrument für die delicatern physischen Untersuchungen brauchbarer zu machen.

VII.

Z U S A T Z

*zu den vorigen Versuchen, das Gesetz
betreffend, wonach die Wärme sich
durch feste Körper verbreitet,*

von

B I O T,

Mitgliede des Nationalinstituts,

*mitgetheilt vom Dr. FRIEDLÄNDER
in Paris.*

Herr Biot ist durch die Versuche des Grafen Rumford veranlaßt worden, sich gleichfalls mit der Verbreitung der Wärme zu beschäftigen, um zu versuchen, durch Hülfe von Erfahrungen und Berechnungen die Gesetze auszumitteln, nach welchen sich die Wärme in festen Körpern verbreitet.

Er nahm eine Eisenstange von 22 Decimètres Länge, und 3 Centimètres Dicke, und bog etwa 23 Centimètres des einen Endes in ein Knie, um es in eine beständige Quelle von Wärme tauchen zu können. In die Stange ließ er bis etwas über die Achse hinab, und in Entfernuungen von beinahe 4 Decimètres 6 Löcher bohren, in die er Thermometer setzte, und die dann mit Quecksilber voll gegossen wurden. Zwei Füsse aus trockenem Holze trugen diesen Apparat. Nun tauchte er das

umgebogene Ende in Wasser, welches eine Wärme von 60° R. hatte, und das er durch eine untergestellte Lampe dauernd darin erhielt. Die Wasserdämpfe wurden abgehalten, die Stange zu berühren, im Zimmer wurde ein Zug erhalten, und die Veränderung in der Temperatur der Zimmerluft bemerkt. Man glaubt gewöhnlich, dass die Metalle schnelle Wärmeleiter sind, allein die Thermometer stiegen nur sehr langsam. Nachdem das umgebogene Ende der Stange 10 Stunden lang ununterbrochen in 60° R. Wärme gehalten worden, war doch die Wärme nur erst bis zum zweiten Thermometer vorgedrungen, welches etwa 10 Decimètres von der Oberfläche des Wassers entfernt war, und auch das bewegte sich nur unmerklich.

Biot ließ hierauf die Löcher in Entfernung von 1 Decimètre eins vom andern bohren, und tauchte das umgebogene Ende der Stange in Quecksilber, das er in einer Wärme von 82° R. erhielt. Dieser Versuch dauerte 5 Stunden lang. Drei Eleven beobachteten nach einer Secundenuhr den Gang der Thermometer von Minute zu Minute, bis die Wärmemesser nach 4 Stunden endlich still stehen blieben. Man ließ darauf alles noch eine Stunde länger stehen, um zu sehen, ob die Thermometer auch sicher nicht mehr höher stiegen; eine Vorsicht, die man nicht unterlassen darf, weil es oft lange dauert, bis sie zum völligen Stillstande kommen. Folgende Tabelle giebt die Resultate der Beobachtung. Die Temperatur der Luft

war 13° R., und die Zahlen in der Tabelle geben an, um wie viel höher die in der Eisenstange befindlichen Thermometer standen, je nachdem sie weiter von dem ins Quecksilber von 82° getauchten Ende der Stange entfernt waren.

Thermometer.	Stand derselben über der Lufttemperatur (13° R.)		
	beobachtet.	berechnet.	Differenz.
0	69° R.	$68,63$ R.	+ 0,37 R.
1	23,5	23,5	o
2	14	14,16	- 0,16
3	9	9	o
4	5,75	5,55	+ 0,2
5	3,75	3,45	+ 0,3
6	1,75	1,33	+ 0,42
7	1	0,51	+ 0,49
8	0		

Das 7te Thermometer war nur um 10 Decimètres von der Quelle der Wärme entfernt, und stieg nur um 1° ; die noch weiter entfernten blieben ganz unbeweglich. Also 12 Decimètres, (das ist, mehr als die Hälfte der Stange,) blieben in ihrer Temperatur unverändert. Das Erkalten der Stange geschah übrigens in demselben Verhältnisse; das erste Thermometer fiel nämlich am schnellsten; das mittlere bedurfte eine Stunde, ehe es merklich fiel; und so nach Verhältniss die andern.

Aus der dritten Reihe der Tabelle ersieht man, dass Hr. Biot es versuchte, die Zunahme der Temperatur durch eine logarithmische Curve darzustellen, in welcher die Zunahme der Wärme

jedes Punkts die Ordinaten, die Entfernung der Punkte von der gemeinschaftlichen Quelle der Wärme die Abscissen abgeben. In diesem Falle wich die Beobachtung im Stande keines der Thermometer um mehr als $0^{\circ},5$ von der Rechnung ab. Aus der Gleichung der Curve ließ sich die Temperatur des Theils der Stange, der mit dem Quecksilber in Berührung, und also im Gleichgewichte war, berechnen; Biot fand, dass das Thermometer an dieser Stelle wirklich nicht um $0^{\circ},4$ weniger zeigte. Auch konnte er nach diesem Gesetze beurtheilen, woher es käme, dass die letzten Thermometer sich nicht bewegten. Denn als er die Temperatur, bis zu welcher das Ende der Stange erhöht werden müsste, um nach diesem Gesetze das letzte Thermometer um 1° steigen zu machen, berechnete, fand sich 23984° R., das heisst, eine 4 Mahl höhere Temperatur, als die, welche man nach Wedgwood der Eisenstange geben müsste, um sie zu schweißen. Daher ist es physisch - unmöglich, das Ende einer Eisenstange von 2,6 Mètres Länge um 1° durch die Erhitzung des andern Endes zu erwärmen, denn ehe das erste geschähe, würde sie an dem andern Ende zu schmelzen anfangen.

Um diese und ähnliche einzeln stehende That-sachen durch eine Theorie in Zusammenhang zu bringen, geht Hr. Biot von dem Gesetze Newton's aus: dass, wenn zwei Körper von verschiedener Temperatur in Berührung kommen, die Menge der Wärme, welche der wärmere dem kältern

in kurzer Zeit mittheilt, (wenn sonst nichts die Lage verändert,) dem Unterschiede ihrer Temperatur entspricht. — Dieses Gesetz Newton's, wobei Biot übrigens von aller chemischen Wirkung abstrahirt, ist, wie er bemerkt, von Richmann durch Versuche bestätigt worden, und hat eben jetzt durch Graf Rumford ein neues Gewicht erhalten. Dr. Martin hat zwar Correctionen in diesem Gesetze angegeben, allein er stützte sich dabei auf Muffchenbroek's Versuche, denen nicht ganz zu trauen ist, weil dieser Physiker sich zum Messen der Wärme complicirter Pyrometer bediente, deren verschiedene Dilatation Unregelmässigkeit verursachte. Die einfachste Art, zu experimentiren, ist die beste, und nach Hrn. Biot stimmen die Versuche fast mathematisch genau mit der Theorie überein.

In dem Zustande des Gleichgewichts, das heißt, wenn die Temperatur der Stange stillstehend geworden ist, steht die Zunahme der Wärme über die Lufttemperatur für jeden Zoll im Verhältnisse mit seiner Entfernung von der Wärmequelle, und mit dem Verluste, den er durch die Berührung der Luft und durchs Ausstrahlen erleidet, welcher Verlust der umgebenden Temperatur proportional ist. In dem Zustande der Bewegung, das heißt, wenn die Temperatur der Stange sich während jedes Augenblicks ändert, vermöge der Wärme, die jeder Punkt in seiner Lage hinzu erhält, und der Menge, die er durchs Ausstrahlen und

die Berührung mit der Luft verliert, ist dagegen die Temperatur der Quantität gleich, um welche die Temperatur in den Intervallen zunimmt.

Diesen Voraussetzungen entsprechend, berechnete Biot indefs nur den ersten Fall, wo nämlich die Temperatur *stationär* wird; und Eisen- oder Kupferstangen von 7 Fuß (22 Decimètres) Länge waren hinlänglich lang, dass das letzte Thermometer sich nicht merklich bewegte. Außer dem in der hier mitgetheilten Tabelle angegebenen Versuche, wo die Eisenstange in 82° heißes Quecksilber gestellt wurde, hat Hr. Biot den Versuch mit einer *Kupferstange* und Quecksilber, auch mit der Eisenstange und schmelzendem *Zinn* und *Blei* wiederholt. Stets betrug der Unterschied, den die Beobachtung und die Berechnung gaben, keinen $\frac{1}{2}$ Grad R.; und da die Abweichung zwischen beiden bald plus, bald minus ist, so sieht man wohl, dass der Fehler auf Seiten der Beobachtung seyn müsse. Eine Formel des Hrn. Laplace in der *Méchanique céleste* diente dem Verf. zur Berechnung, aber in diesen Berechnungen mögen wir ihm hier nicht folgen.

Die Wärmefortpflanzung und das Ausstrahlen blieben in einer Stange stets in demselben Verhältnisse; bei verschiedenen war es etwas verschieden. Die Cohäsion, der Einfluss der hölzernen Füsse, die Regelmässigkeit der Eisenstange, die Dicke und Gestalt, so wie die Politur und andere Umstände, welche die Versuche lehren, und die in den

Instrumenten liegen, werden, wenn man sie in Anschlag bringen wird, die Resultate der Berechnung der Wärmefortpflanzung, in Vergleich mit den Versuchen, den Beobachtungen noch näher bringen.

Der Verf. macht von diesem allen eine sehr finstireiche Anwendung. Jedermann kennt die Schwierigkeit, grosse Wärmegrade durch das Pyrometer zu messen. Schon wenn das Quecksilber sich dem Siedepunkte nur nähert, wird die Ausdehnung desselben nach de Lus ungleich. Newton wollte das Gesetz des Erkaltens der Körper in der Luft zum Maassstabe brauchen, um grosse Wärmegrade zu bestimmen, und Richmann suchte das durch Versuche auszuführen. Allein es ist schwer, den Punkt zu bestimmen, wenn Körper anfangen fest zu werden, und der mindeste Unterschied der Zeit veranlaßt einen grossen Rechnungsfehler. So setzt Newton z. B. die Temperatur des schmelzenden Bleies auf 225° R., statt, wie der Verf. es beweist, sie nur 210° ist. Diese Fehler können indessen nur unbedeutend werden, wenn ein Newton rechnet, und stehen in keinem Vergleiche mit den Fehlern der Metallpyrometer.

Wendete man das geometrische Gesetz, nach welchem die Wärme in einer Metallstange, wenn man von einem constanten Wärmebehälter ausgeht, abnimmt, zur Bestimmung hoher Wärmegrade an; so dürfte man nur die Temperatur einiger Punkte

auf der Stange, und die Entfernung von der Wärmequelle wissen, um die Wärme der letztern zu bestimmen. Diesen Versuch könnte man mit mehrern Thermometern wiederholen, und wenn die Resultate etwas verschieden ausfielen, aus ihnen das arithmetische Mittel nehmen; doch müßte man vielleicht dem Thermometer, das der Wärmequelle näher ist, mehr Zuverlässigkeit zutrauen. Wenn der Unterschied nicht $0^{\circ}5$ Raum. beträgt, so kann man das Resultat der Berechnung als die wahre Temperatur der Wärmequelle ansiehen.

Nach dieser Methode fand Hr. Biot, indem er sich einer Eisenstange bediente, die Temperatur des schmelzenden Bleies $206^{\circ},4$ R., und wenn er sich der Kupferstange bediente, (die schneller leitete,) $210^{\circ},8$ R. Da hier der Unterschied sehr geringe ist, so kommt der so bestimmte Schmelzgrad des Bleies der Wahrheit wohl sehr nahe. Auf ähnliche Weise hat Hrr. Biot die Wärme des schmelzenden Zinnes zu bestimmen gesucht; so viel sich nach der Untersuchung mit der bloßen Eisenstange ausmachen lässt, war der Schmelzpunkt desselben dem von Newton aufgefundenen, nämlich 168° R., ziemlich gleich. [Vergl. oben S. 212.]

Mehrere Tabellen und Berechnungen, welche der trefflichen Abhandlung beigefügt sind, dienen dem aufgestellten Gesetze zur Bestätigung.

Friedländer.

VIII.

V E R S U C H E

über

das Absorptionsvermögen der Kohle

vom

Grafen CARL LUDW. von MOROZZO.^{*)}

Ich hatte im Jahre 1783 im *Journal de Physique* zwei Aufsätze über die Absorption der atmosphärischen Luft und der verschiedenen Gasarten durch die Kohle bekannt gemacht.^{**)} Sie wurden in das Englische, ins Deutsche und ins Italiänische übersetzt, und in mehrere physikalische und chemische Werke übergetragen. Van Noorden wiederholte meine Versuche, und erhielt dieselben Resultate; er und Rouppe in Rotterdam fanden, daß die Kohle, auch nachdem sie erloschen und erkaltet ist, das Vermögen beibehält, die Gasarten zu verschlucken;^{***)} auch ich hatte wahr-

^{*)} Zusammen gezogen, mit Uebergehung mancher veralteten Meinung, aus dem *Journal de Phys.*, t. 57, p. 465. d. H.

^{**) Journ. de Phys., 1783, Apr., Nov. S. Lichtenberg's Magazin, B. 2, St. 2, S. 7, u. St. 3, S. 72. d. H.}

^{***) Vergl. Scherer's allg. Journ. d. Chemie, Th. 3, S. 300. d. H.}

genommen, daß nach gänzlichem Erkalten der Kohle noch Gas verschluckt wurde. Endlich hat van Mons die Abhandlung Rouppe's mit einigen interessanten Zusätzen bereichert. *) Bei dem allen bleibt indess noch gar viel über diesen Gegenstand zu untersuchen.

Das Interesse, welches die Physiker an diesen Versuchen genommen haben, bestimmt mich, ihnen auch die vorzulegen, welche ich seit 1784 angestellt habe, und die ich für einen dritten Aufsatz bestimmt hatte. Politische Unruhen verhinderten mich, sie noch weiter zu verfolgen, und ich hatte sie gänzlich vergessen, bis sie mir beim Ordnen meiner Papiere im October 1802 wieder in die Hand fielen.

Verſuch 1. Die Kohle wog in diesem und den beiden folgenden Versuchen $1\frac{1}{2}$ Gros, wie in meinen früheren Versuchen, und war von Rothbuchenholz, (*hêtre*.) Die Glasröhren, in denen ich die Absorption beobachtete, waren $1\frac{1}{2}$ Zoll weit und 12 Zoll lang, und die ganze Einrichtung so, wie sie in meinen beiden früheren Auffäßen beschrieben ist. Ich füllte die Röhre über einem Queckfilberapparate mit flüssigem Gas, welches durch concentrirte Schwefelfäure aus Flusspath von Maurienne ausgetrieben wurde. Die hinein gebrachte Kohle absorbierte 7" 1''' Gas.

Verſuch 2. Ich brachte darauf die Kohle in Luft, welche ich aus dem faulenden Gewässer ei-

*) Eben dasselbe, S. 724.

d. H.

nes Abzugsgrabens aus der Stadt aufgefangen hatte, und die neben dem Kohlenwasserstoffgas auch kohlensaures Gas enthielt. Sie absorbierte davon 6''. Dieses ist eine weit grösse Absorption, als ich im Wasserstoffgas aus Wasser, Eisen und Schwefelsäure erhalten hatte.

Versuch 3. Von dem über zwei gährenden Weinkufen aufgefangenen Gas absorbierte die Kohle vom einen 5'', vom andern, dessen Kufe in der Gährung um 5 Tage weiter war, 5'' 3'', indess sie vom kohlensauren Gas gegen 11'' verschluckt. Dieses beweist, dass jenes Gas, welches im Maximo der Gährung am meisten mephitisch ist, doch immer noch viel atmosphärische Luft enthält, und deshalb minder tödtlich seyn muss, als das kohlensaure Gas. In der That habe ich gefunden, dass Thiere darin eine Zeit lang leben können. (S. meinen Auff. über die Respiration im *Journ. de Phys.*, Aug. 1784.)

Versuch 4. Der letzte Versuch, den ich aufgezeichnet finde, wurde mit *Kohlen von verschiedenen Holzarten in atmosphärischer Luft* angestellt. Die Kohlen wogen $\frac{1}{2}$ Drachme; die Röhren waren 12'' lang und $\frac{1}{2}$ '' weit; und man brachte die Kohlen durch das Queckfüller, womit sie gesperrt waren, hinein.

Kohle von	Absorption binnen 1 Stunde.	Absorption binnen 24 Stunden.
Büchenholz (<i>hêtre</i>)	2" 3"	2" 4"
Weidenholz	2 2½	2 3½
Pappelholz	2 1½	2 3½
Haselnussholz (<i>ceudrier</i>)	1 1 1	2
Weinrebe	1 1	1 8

Es ist eine bekannte Erfahrung bei der Bereitung des Schießpulvers, dass die Qualität der Kohle auf die Güte des Pulvers Einfluss hat. Sie muss sich möglichst schnell entzünden. Dies thut die Kohle eines sehr dichten Holzes nicht, z. B. von Eichen, Kastanien, Nussbaum, Büchenholz, u. s. f., weshalb man zur Pulverbereitung die Kohlen von weichem Holze, welches eine viel lockere Textur hat, vorzieht. Man nimmt Kohlen von Haselnuss, Linden, Weide, Pappel, Erlen oder Faulbaum, und zwar nur von jungen sorgfältig abgerindeten Zweigen, weil die Rinde und das alte Holz zu viel erdige Theile [?] enthalten. Bei den Versuchen zu Essonne fand man, dass die Kohle von Faulbaum jeder andern vorzuziehen sey. — Um recht gutes und wirksames Pirschpulver zu bereiten, verkohlt man auch wohl den holzigen Theil der Hanfstengel und deren Splitter. Das mit diesen Kohlen bereitete Pulver habe ich jedes Mahl nach der Pulverprobe als das beste gefunden. Ich habe selbst eine kleine Probe sehr wirksamen Pulvers gefehn, dem statt der Kohle verbranntes Papier beigemengt war. — Die Verkohlung muss

mit grosser Sorgfalt gemacht werden, wie das in den englischen Pulverfabriken geschieht, deren Pulver alles übrige in Europa an Güte übertrifft. Man verkohlt das weisse abgerindete Holz in Cylindern oder einer Art Ofen aus Metall; dieses ist eine Art von Destillation, durch welche die Kohle die Eigenschaft erhält, im Augenblicke entzündet zu werden.

Ich halte es für interessant, die meisten Eigenschaften, welche man bisher an der Kohle wahr genommen hat, hier zusammen zu stellen, damit man überlegen könne, ob das Analoge in vielen derselben sich nicht aus einerlei Ursache ableiten lasse.

1. Die Kohle ist einer der schlechtesten Wärmeleiter;
2. dagegen einer der besten Leiter für Electrität und Galvanismus.
3. In der Destillation gibt sie Wasserstoffgas, [Kohlen-Wasserstoffgas.] Dasselbe geschieht, wenn man sie glühend in Wasser taucht.
4. Kohlendampf entfärbt viele Pflanzenstoffe [?] und verdirt die atmosphärische Luft, so dass sie zum Unterhalten der Flamme und zum Athmen untauglich wird.
5. Kohle auf einer Schale von Porzellan oder polirtem Glase dem Thaue ausgesetzt, wird nicht, wie die Metalle, naß, wenn das Porzellan oder das Glas befeuchtet wird. Auch nicht Kohlenpulver in einer offenen hölzernen Büchse, wie ich eben selbst versucht habe.

6. Kohlenstaub, womit der Boden bedeckt ist, verhindert den Schnee, liegen zu bleiben, wie man das an den Orten sehen kann, wo man die Kohlen verkauft.

7. Kohlenpulver verwandelt Eisen in Stahl.

8. Kohlen in Wasser gethan, verhindern das Wasser, zu verderben.

9. Kohlenpulver, worüber man verdorbenes Wasser kocht, reinigt es, und nimmt demselben den fauligen Geschmack, welches, wie van Moos glaubt, nicht durch Desoxygehirung, sondern durch Oxygenirung, vermöge der verschluckten atmosphärischen Luft, geschieht.

10. Kohlenpulver dient, Syruppe und andere Pflanzenextracte zu klären. Achard hat sich desselben mit Erfolg zur Raffinirung des Runkelrüben-Zuckers bedient.

11. Kohlenstaub noch heiß auf einander gehäuft, entzündet sich hmanmahl von selbst, wie das in der Pulvermühle zu Essonne der Fall gewesen ist. *)

12.

*) Diese merkwürdige Selbstentzündung beschreibt in einem Briefe an Fourcroy der *Commissaire en Chef* dieser Pulvermühlen, Robin, in den *Ann. de Chimie*, t. 35, p. 93., Am 23sten Mai 1799; als eben eine geringe Menge pulverisirter Kohle von Faulbaum durchgebeutelt war, äusserte sich beim Oeffnen des Beutelkastens Hitze, und ein Arbeiter sah Feuer, wie eine Schlange, über die

12. Die Kohle hat die Eigenschaft, den Weinstein zu entfärben. *)

13. Man hat sich ihrer mit Erfolg als eines antiseptischen Mittels in fauligen Krankheiten bedient. [?] Kohlenpulver auf Wunden geschüttet, benimmt ihnen ihren übeln Geruch.

Vermuthlich lassen sich alle diese Erfahrungen aus einerlei Ursache erklären. Bis ein geschickter Chemiker und Physiker darüber ein heliores Licht verbreitet haben wird, wird es mir erlaubt seyn, meine Meinung mitzutheilen. Ich glaube, dass die Kohle unter allen Körpern am

die Oberfläche der Kohle hinlaufen. Man machte Löcher in den obern Theil des Kastens und goss Wasser hinein, allein die Kohle blieb brennend auf der Oberfläche des Wassers schwimmen, und wurde erst gelöscht, als man sie mit einem Besen unter das Wasser brachte. Im Beutelkasten lag damals gerade das Produkt mehrerer Verkohlungen von Faulbaumholz. Das letztere war erst den Abend vorher um 3 Uhr aus dem Ofen gezogen, und wie gewöhnlich zum Ersticken der Gluth in ein genau verschlossenes Behältniss gebracht, und darin bis 5 Uhr Morgens, also 14 Stunden lang, gelassen worden. Darauf hatte man es an einem offnen Orte gesiebt, und dann unter Mühlsteinen zu einem Pulver gemahlen. Bei allen diesen Prozessen hatte den Arbeitern die Kohle dem Gefühl nach so warm nicht geschienen, als sie wohl manchmal wird, hatte sich auch kein Fünkchen Feuer gezeigt, das, wäre es da gewesen, durch Annal. d. Physik. B. 17. St. 2. J. 1804. St. 6. Q

meisten Lichtstoff und Wärmematerie besitzt, sie überall begierig einschluckt, und sie, so zu sagen, mit sich verkörpert. Dafür scheinen mir folgende Versuche zu sprechen.

1. Zwei Thermometer, die mehrere Tage lang im Schatten hingen, hielten einen völlig gleichen Gang. Auf die Kugel des einen legte ich ein ausgeböhltes Stück Büchenkohle; nun zeigte es immerfort 1 bis $1\frac{1}{2}$ ° R. mehr als das andere, so wohl an Regen- und Nebeltagen als bei hellem Wetter, und in der Kälte wie in mäßiger Temperatur. Zuletzt schwängert sich die Kohle mit Feuchtigkeit, und dann verliert sie diese Eigenschaft.

die Arbeit selbst nothwendig hätte müssen angefacht werden. Die kleinen Kohlenstücke, die beim Sieben zurück behalten waren, hatten an freier Luft gelegen, und sich nicht entzündet. Die Bewegung des Beutels beim Beuteln ist nur mäßig, und das Kohlenpulver war ohne alle fremde Beimischung. Es scheint daher gewiss zu seyn, daß dieses eine Selbstentzündung der Kohle für sich war, veranlaßt durch die Hitze, welche das Kohlenpulver, als ein sehr schlechter Wärmeleiter, noch behalten hatte. Die Luft war etwas feucht, das Wetter nicht heiß, und kein Anzeichen von Gewitter. Vielleicht, daß durch eine ähnliche Entzündung manche von den Pulvermühlen, in welchen die Kohle zerstampft wird, aufgeflogen ist.“ So weit Robin. d. H.
*) Viel mehr Eigenschaften dieser Art findet man angegeben in den Ann. XIII, 103. d. H.

2. Als auf das eine Thermometer eine gewöhnliche, auf das andere eine langsam gebrannte Kohle, (welche man deshalb für besser hält,) gelegt wurde, stand das letztere Thermometer immer $\frac{1}{2}^{\circ}$ höher als das erste.

3. Als der Versuch mit einer Büchenkohle, die 4 Stunden lang in den Sonnenstrahlen gelegen hatte, nachdem sie bis zur Lufttemperatur wieder herab gekommen war, angestellt wurde, zeigte das Thermometer, auf dem sie lag, einen größern Wärmegrad, als das andere mit gewöhnlicher Kohle.

4. Dass es hierbei weder bloß auf eine Hülle gegen Berührung der Luft, noch auf einen schwarzen Ueberzug der Thermometerkugel ankam, erhellt daraus, dass, als ich den Versuch mit Holz oder Bimsstein, die schwarz gefärbt waren, wiederholt, der Effekt ausblieb.

Noch andere sehr überzeugende Versuche, die ich angestellt habe, behalte ich mir vor, sammt den Instrumenten, mit denen sie unternommen wurden, in einem eignen Aufsatze zu beschreiben.

IX.

N A C H R I C H T
*von den künstlichen Gesundwässern,
 welche im Grossen verfertigt*

FRIEDR. WILH. FRIES,

Ehrenmitgl. der phyl. Ges. in Zürich und der kurpfalzbayerischen u. kurerskanzlerischen künstl. Gesundbrunnen Directeur zu Prüfening bei Regensburg.

Einem grossen Theile des Publicums sind die von Paul in Paris, [Ann., XI, 74,] und von Schweppe in London errichteten pneumatischen Anstalten für die Bereitung aller Arten künstlicher Mineralwasser rühmlichst bekannt. Auch haben die Herren Ziegler, Vater und Sohn, in Winterthur, eben dieses Geschäft schon seit einigen Jahren mit grossem Eifer betrieben, und das Publicum von der Möglichkeit der Bereitung künstlicher, den natürlichen noch vorzuziehenden, Mineralwasser in zwei gedruckten Schriften gründlich belehrt.

Durch die Verbindung mit Hrn. Ziegler

*) Bemerkungen über gemeines Wasser, und besonders über natürliche und künstliche Mineralwasser von Jakob Ziegler. Winterthur 1799 — Neue Anzeige über die Bereitung künstlicher Mineralwasser von Jakob Ziegler. Zürich 1801.

wurde ich mit dem, was bis dahin von ausgeführten Fabrikanten geleistet worden, in kurzen vertraut, und die Kenntnisse in der Mechanik, die ich mir während eines siebenjährigen Aufenthalts in England erworben habe, setzten mich in den Stand, einen neuen Plan zu den dazu nöthigen Geräthschaften ganz nach eigner Erfindung zu entwerfen. Ich habe diese Geräthschaften mit englischem Kunstfleisse und neu erfundenen Werkzeugen eigenhändig ausgearbeitet, und ihnen nach technischen so wohl als physisch-chemischen Grundsätzen die einfachste und zweckmässigste Einrichtung gegeben, so dass ich jede Gasart mit tropfbaren Flüssigkeiten in einem, bisher selbst von erfahrenen Chemikern für unmöglich gehaltenen Grade zu verbinden vermag. Die von mir aufgestellten Proben sind auf allerhöchste Weisung, im Namen der kurfürstl. baierischen Akademie der Wissenschaften zu München, vom Professor Imhof, Direktor der Akademie, chemisch untersucht, und mit seinem Beifalle geehrt worden, worauf ich die allerhöchste Bewilligung erhalten habe, den gleichen wohlthätige Anstalten in den kurpfälz-baierischen Staaten, wo ich wolle, errichten zu dürfen; eine Bewilligung, die auch Se: kurf: Gnaden der Herr Reichserzkanzler auf seine Staaten auszudehnen geruht hat.

Paul, Schweppe und Ziegler haben sich, was die festen Bestandtheile betrifft, nach den Analysen Bergmann's und anderer geschickter Ché-

miker gerichtet, um die bekanntesten Mineralwasser, Selzer, Spaer, Pyrmont, u. s. f., nachzuhören; die unnützen, ja bisweilen schädlichen Bestandtheile haben sie weggelassen, und ihren Wassern so viel Gasgehalt gegeben, als es die Einrichtung ihrer Geräthschaften ihnen gestattete. Diese künstlichen von Paul in Paris verfertigten Mineralwasser sind von dem Nationalinstitute, die von Ziegler fabricirten von dem Sanitätsrath in Lausanne öffentlich als zweckmässig anerkannt worden, und die von Schweppe in London bereiteten Wasser werden dort mit allgemeinem Beifalle getrunken. Dagegen hat der kurfürstl. Medicinalrath in München zu erkennen beliebt: „dafs „alle diejenigen, den bisher gebräuchlichsten Mineralquellen ähnlich verfertigten Wasser qualitative und quantitative die nämlichen Bestandtheile, wie die natürlichen, und folglich alle die größern Erdarten enthalten, und auch nur den Grad von Gasgehalt haben sollen, welche diese gewöhnlich mit sich führen.“ Allein die meisten natürlichen Gesundbrunnen nehmen, so wie sie durch dieses oder jenes Gebirgslager zufälliger Weise fliessen, oder heftige Regengüsse sich ereignen, mehr oder weniger entbehrliche, auch wohl der Gesundheit nicht zuträgliche Ingredienzien in sich auf. Daher muss es dem Arzte wichtig seyn, die Kunst zu Hülfe zu nehmen, zur reinsten Darstellung dieser Gesundheitswasser, und zur stärkern Sättigung derselben mit der wohlthätigen Kohlensäure.

Auf Anrathen des Höfr. und Dr. Schäffer in Regensburg werde ich fürs erste folgende Wasser zu allgemeinem medicinischen Gebrauche fabriciren, die übrigen Gattungen aber, so wie die Umstände oder die Verordnungen der angehörschten Aerzte sie ertheischen, auf Bestellung liefern.

1. *Kohlenaures Bitterwasser*, welches 210 Gran Södlitzer Salz. in 12. Unzen Wasser enthält und mit Kohlensäure überchwängert ist; wodurch es weit angenehmer als das gewöhnliche Södlitzer Bitterwasser zu trinken ist, und im nöthigen Falle anhaltender gebraucht werden kann, ohne dass der Magen geschwächt wird.

2. *Reines kohlenaures Wasser*, das ist, reines Quellwasser, welches mit kohlensaurem Gas so stark geschwängert ist, als ich es für die meisten Constitutionen für zuträglich gefunden habe. Sollte es für sehr schwächliche Personen zu stark gesättigt seyn, so können sie es mit reinem Wasser oder Milch verdünnen, oder auch mit gestoßenem Zucker gesießen. Punsch-Syrup, Liqueur d'eau de noyaux; und andere gute fasse Liqueurs, oder des Morgeps verflüssigte und mit einigen Tropfen Rum oder Arrack vermischt Milch, geben damit ein überaus liebliches Getränk.

3. *Reines Stahlwasser*, so wie die Natur bis jetzt noch keines geliefert hat, indem die berühmtesten Eisenwasser entweder mit gröbren Erdarten und unschicklichen Mittelfalzen gemischt sind,

ödér nicht den Grad von Kohlensäure enthalten,
wie die meinigen.

Diese drei Gattungen sind, (die Schwefelwasser ausgenommen;) das Fundament aller bis jetzt bekannten Gesundbrunnen, und ein erfahrener Arzt wird gewiss weit lieber dem reinen kohlensauren Wasser andere beliebige Bestandtheile, die er für nützlich hält, z. B. Natrum, Kochsalz, u. d. m., in Mengen, wie die besondere Umstände jedes Patienten es erheischen, beimischen lassen, — als sich an die immer gleiche Mischung eines Selzer, Fachinger, u. s. w., Wassers binden. Werden indess bestimmte Mischungen verlangt, so bin ich gern bereit, sie zu liefern. Nur muss die geringste Bestellung nicht unter 50 Flaschen seyn, wenn es eine Mischung wäre, die nicht allgemein getrunken wird.

Als eine kleine Probe, was die Kunst in Ansehung der Verbindung der Gasarten mit tropfbaren Flüssigkeiten zu vollbringen vermag, hatte ich der Untersuchungs-Commission Wasser mit einer weit grössern Menge Kohlensäure, als obige Wasser enthalten, übergeben. Es stand mehrere Stunden im offenen Trinkglase, ohne dass sich Lufperlen zeigten, so dass die unglaubliche Menge Kohlensäure ganz in tropfbare Flüssigkeit übergegangen zu seyn schien, und erst beim Kosten durch den saueren Geschmack sich zeigte, oder in Luftblasen sich entband, wenn das Wasser entweder bewegt, oder einer wärtern Temperatur, oder

auch einem mindern Drucke der Atmosphäre ausgesetzt wurde. Ich erwähne das, damit man nicht etwa die Güte meiner Wasser bloß nach dem ersten beim Eröffnen der Flasche sich zeigenden Aufbrausen beurtheile. Ich will zwar nicht in Abrede seyn, dass, selbst bei aller möglichen angewandten Sorgfalt in Auslelung der hier verkäuflichen Stöpsel, nicht etwa der eine oder der andere ein wenig Luft unmerklich durchlassen mag, so dass man für das ganz luftdichte Verschliessen, wie es bei einem gut verfertigten metallenen Hahne Statt haben würde, um so weniger gut steben kann, weil auch die Mündungen der Flaschen gar selten die gehörige Form und Glätte haben. Allein auf der andern Seite wird man ebenfalls einsehen, dass durch eine so innige Verbindung die Kohlensäure in entferntere feine Kanäle des menschlichen Körpers geleitet werden kann, als wenn das meiste schon vor dem Hinunterschlucken in Luftblasen entwiche. Sollte mich indess das Publicum so unterstützen, dass es mir möglich würde, meinen Plan auszuführen, nach welchem Curgäste diese Wasser gerade von der künstlichen Quelle fliessend trinken könnten, so würden sie dann freilich noch einen Unterschied in dem annehmlichen Geschmacke derselben finden, und bei dem Bitterwasser den ächten Champagner-Schaum, und bei dem reinen säuerlichen und dem Stahlwasser das Schauspiel der in unzähliger Menge von Perlen entweichenden über/üssigen Luftsäure nie vermissen. An

geschickter Vorrichtung, das Wasser auch mit sehr viel überschüssiger Luft abzuziehen, fehlt es gewiss nicht; allein, ungeachtet aller angewandten Kosten und Mühe, um mir recht haltbare Flaschen zu verschaffen, lassen sich die Arbeiter auf den Glashütten von ihrem gewöhnlichen Schlendrian nicht abbringen, und so sehe ich mich wider meinen Willen gezwungen, einen kleineren Theil von überschüssiger Luft in den Flaschen zu lassen, damit nicht die meisten während des Füllens zer sprengt werden. Und doch finden Kenner eine Flasche meines reinen luftauern Wassers erfrischender, erquickender und wirksamer, als einen ganzen Krug Selzerwasser. Selbst mit eben so viel Quellwasser verdünnt, wird man es noch stärker als das gewöhnliche Selzerwasser finden.

Der Preis jeder Flasche der drei erwähnten Gattungen Wasser ist 30 kr. Auch bei besondern Bestellungen ist der nämliche Preis zu 30 kr. für die Flasche fest gesetzt, es sey denn, dass der Arzt Ingredienzien verschreibe, die theurer als diejenigen sind, welche die natürlichen Mineralwasser gewöhnlich mit sich führen. Die Wasser sind zu haben in München bei Lunglmayer's Sén. Wittwe, und in Regensburg bei Fabricius und der Wittwe Porzelius. Apotheker, die einen Verlag derselben zu halten wünschen, bekommen einen billigen Rabat.

Prüfening bei Regensburg im Jul. 1803.

X.

PREISAUFGABEN

von

*der königl. böhmischen Gesellschaft der
Wissenschaften.*

1. Durch welche Mittel und Wege können die manigfältigen Verfälschungen sämmtlicher Leoens-mittel außerhalb der gesetzlichen Untersuchung aufgehoben, oder doch vermindert werden?

Es ist bekannt, dass die meisten Verfälschungen theils durch Vermengung und Vermischung verdorber Stoffe, theils durch fremde schädliche Zutände, oder auch durch Zubereitung und Aufbewahrung in schädlichen Gefässen oder Geschirren bewirkt werden. In dieser dreifachen Beziehung glaubt die Gesellschaft, dass für das allgemeine Gesundheitswohl schon dadurch ein grosser Schritt gemacht werde, wenn die in verschiedenen chemischen Schriften hierüber bereits vorhandenen Mittel gesammelt, zugleich aber auf einfacher, wohlfeilere, in der Anwendung leichtere, und sichere Verfahrungsarten gebracht, und überhaupt so beschrieben würden, dass sie dem gemeinen Manne verständlich, und jedem Stadt- und Landbewohner unbedenklich in die Hände gegeben werden können. Indess bleibt es dem Verfasser

unbenommen; auch noch andere Mittel zu diesem Endzwecke in Vorschlag zu bringen.

Die königl. Gesellschaft der Wissensh. bestimmt für die beste Beantwortung dieser Frage in deutscher Sprache einen Preis von 500 fl.; und da die gekrönte Schrift in 500 Exemplaren abgedruckt werden soll, so überlässt sie dem Verfasser auch noch 50 auf Schreib- und 350 Exemplare auf Druckpapier zu beliebigem Gebrauche.

2. Für die beste in deutscher Sprache verfasste *kritische Prüfung und Würdigung aller Quellen der böhmischen Geschichte, nebst einer Anzeige und Beurtheilung der vorzüglichsten historischen Werke Böhmens*, bestimmt die königl. Gesellschaft der Wissensh. einen Preis von 300 fl., und beschenkt den Verfasser von der in 500 Exemplaren zu veranstaltenden Ausgabe der gekrönten Schrift noch mit 50 auf Schreib- und 350 Exemplaren auf Druckpapier.

Zum Termine der Einfendung wird für beide Aufgaben der letzte December 1805 fest gesetzt.

Die Concurrenten haben demnach ihre Auflätze an den unterzeichneten Sekretär der Gesellschaft postfrei mit versiegeltem Namen, und einer Devise, wie gewöhnlich, einzufinden.

Prag den 23ten April 1804.

*Tobias Gruber,
Sekretär.*

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1804, SIEBENTES STÜCK.

I.

PRÜFUNG.

*der Hypothese des Grafen von Rumford
über die Fortpflanzung der Wärme
in den Flüssigkeiten,*

vom

Hofrath P A R R O T,
Prof. d. Phys. auf der Univers. zu Dorpat.

Der Herr Graf von Rumford hat um die Lehre der Wärme ein doppeltes Verdienst. Einmal hat er das, was der Physiker über die Wärme schon allgemein wusste, mit sehr glücklichem Erfolge praktisch angewandt, und gezeigt, wie vortheilhaft eine geschickte Anwendung theoretischer Kenntnisse auf die praktische Feuerung sey; dann aber hat er auch theoretische Betrachtungen über die Wärmeleitung ange stellt, welche durch sehr interessante Versuche veranlaßt worden sind. Der

Annal. d. Physik. B. 17. St. 3. J. 1804. St. 7.

R

Werth dieser Versuche, die sich durch Sorgfalt und Scharfsinn auszeichnen, ist bleibend, ob schon der Physiker mit den Folgerungen, welche der Herr Graf aus ihnen zieht, weniger zufrieden zu seyn Ursache haben möchte. Ich läugne es mir nicht, dass meine gegenwärtige Unternehmung ihre Schwierigkeiten hat, die nicht nur in der Natur der Sache, sondern auch in äussern zufälligen Umständen liegen. Der Herr Graf Rumford ist seit vielen Jahren als ein sehr schätzbarer Naturforscher bekannt, seine praktischen Arbeiten über die Wärme und seine äusserst menschenfreundlichen Bemühungen, den Armen überall eine gesunde und wohlfeile Speise zu bereiten, haben schon einen allgemeinen so wohl verdienten Beifall erworben, dass es wenigstens dem Herzen der übrigen Naturforscher Ehre macht, dass sie sich hier vielleicht williger als sonst fanden, den theoretischen Meinungen eines mit Recht so beliebten Physikers beizupflichten, ehe die gehörige Untersuchung derselben angestellt wurde. Es gereicht sogar nicht zu meinem Vortheile, dass Männer, wie de Lüc und Gren, nur wie im Vorbeigehen Einwendungen machten, und nachher schwiegen. Freilich schwieg der Letztere, — weil sein allzu früher Tod aller seiner Thätigkeit bienieden ein Ende machte; aber niemand betrat sonst seine Fussstapfen, und so wurde die Rumfordische Hypothese von der Nichtleitungsfähigkeit der Flüssigkeiten als Theo-

rie anerkannt. *) Wider diese Masse von Autoritäten bringe ich nun consequente Schlüsse und sorgfältig angestellte Versuche; und damit hoffe ich, meine Absicht zu erreichen, sogar bei dem Urheber der bestrittenen Hypothese, der an mehrern Orten erklärt, dass er es gern sehen wird, dass seine Ideen den Scharfsinn anderer Physiker in Thätigkeit setzten und einer zweckmässigen Prüfung

*) Dass des Grafen von Rumford Hypothese, in aller Strenge genommen, in sich nicht bestehen; und in wie fern sie höchstens wahr seyn könne, ist mehrmals, in den *Annalen*, (I, 214, 323; II, 254; V, 340,) erinnert worden; auch findet man hier, (VI, 407,) die Abhandlung Socquet's, in welcher dieser aus Versuchen im Grossen zu beweisen suchte, dass Wasser kein absoluter Nichtleiter der Wärme sey. Späterhin machten mehrere treffliche englische Physiker, (Dalton in Manchester und Thomson und Murray in Edinburg,) sehr genaue, die Meinungen des Grafen von Rumford prüfende und berichtigende Versuche bekannt, durch deren Mittheilung in vollständigen, (d. h., nur im Vortrage, nicht in den Sachen abgekürzten,) Auszügen, in den *Annalen*, XIV, 129 — 198, ich mir, auch schon als blosser Referent einiges Verdienst zueignen zu dürfen glaube. Dass Herr Prof. Parrot diesen seinen wichtigen und interessanten Auffatz vollendet, und vielleicht schon nach Deutschland geschickt hatte, ehe ihm irgend etwas von diesen letztern Prüfungen bekannt war, sieht man aus den *Annalen*, XIII, 180.

unterworfen würden. *) Dass keine andere Leidenschaft als meine Liebe für die Naturwissenschaft mich zu dieser Prüfung bestimmt habe, das wird man, hoffe ich, mir gern glauben, wenn man sich erinnert, dass ich schon mehr als Eine solche Hypothese von den angesehensten Naturforschern mit Erfolg beleuchtete, und zwar ohne in misschellige Verhältnisse mit ihren Urhebern zu gerathen. Möge doch die Geschichte der physikalischen Literatur sich immer, nicht durch kalte Mäsigung, (denn der Naturforscher muss in solchen Fällen mit warmen Eifer bei seiner Arbeit seyn,) sondern durch Unbefangenheit und Entfernung aller Privatrücksichten auszeichnen!

Die Arbeit des Grafen Rumford ist mir durch die Auszüge, welche die *Annalen der Physik* davon geliefert haben, **) und durch die deutsche Uebersetzung seiner *Essays* ***) bekannt. Diese letztern werde ich dieser Prüfung zum Grunde le-

Seine Untersuchung erhält durch diese Selbstständigkeit einen eignen Reiz; wo es nöthig seyn sollte, auf jene Versuche hinzuweisen, wird mir indess ein so eifriger und uneigennütziger Wahrheitsforscher gern erlauben. d. H.

*) Vergl. *Annalen*, XV, 241.

d. H.

**) *Annalen*, I, 215 f., 323 f., 436 f.; II, 249 f.; und V, 288 f. d. H.

***) Benj. Grafen von Rumford's kleine Schriften, politischen, ökonomischen und philosophischen Inhalts, nach der zweiten vermehrten Ausgabe aus dem Englischen übersetzt, 2ter Band. Weimar 1800.

gen, um sicher zu seyn, dass mir nichts entgangen ist, was für die Hypothese sprechen möchte. *)

Ein Blick über den gegenwärtigen Zustand unserer Lehre der Wärme wird sogleich uns überzeugen, dass diese Lehre gleichsam nur in der Wiege ist. Sie ist, die Unterscheidung der latenten und freien Wärme abgerechnet, nicht viel mehr, als eine nicht zusammen hängende Collection von Vorstellungarten, deren jede, außer dem Namen ihres Urhebers, noch etwas für sich hat, und die eben dadurch beweiset, dass wir unsre Kenntnisse über diesen Gegenstand noch nicht zur Würde einer Theorie erheben können. Um so grösser wäre das Verdienst des Grafen Rumford, wenn er einen neuen wichtigen Satz aufgestellt hätte, welcher gleichsam als Standpunkt für die Uebersicht jener Vorstellungarten diente.

Von der Seite besonders sah ich die Rumfordische Hypothese an, und suchte von dort aus in Wilke's relativer und specifischer Wärme, in Crawford's Capacität für die Wärme, in Magellan's, Bergmann's und Kirwan's specifischer Wärme, in de Lüo's gebundener und freier Wärme, in Lavoisier's Resultaten mit dem Calorimeter, in den Meinungen Mayer's, Gren's und anderer über diesen Punkt, endlich in den ver-

*) Die Auszüge in den Annalen sind vollständig, in dem oben erklärten Sinne, und der Leser wird die in der Folge citirten Stellen in ihnen nicht vergeblich suchen.

d. H.

schiedenen Begriffen von strahlender Wärme und Wärmeleitung einen richtigen ununterbrochenen Zusammenhang zu finden. Und das war auch, wenn ich nicht irre, die Ablicht des Grafen Rumford selbst, die er auch einiger Massen auszuführen anfing. Allein, — weit entfernt, aus der Annahme seines Hauptsatzes Licht zu ziehen, — entstand vielmehr aus ihm eine weit grössere Verwirrung, und ich musste also das thun, was die bloße Ansicht der Versuche mich schon als nothwendig voraus sehen ließ, nämlich die Versuche selbst einzeln durchgehen, und sehen, was wir, bei der Voraussetzung ihrer Richtigkeit, die ich im mindesten nicht bezweifle, aus denselben schliessen dürfen.

Meine gegenwärtige Arbeit zerfällt in 2 Abschnitte: 1. Prüfung der Versuche des Grafen Rumford und der Schlüsse, die er daraus zieht. — 2. Widerlegung seines Hauptsatzes durch directe Versuche, und Aufstellung und Beweis eines neuen Satzes in der Lehre der Wärmeleitung, welcher viele Lücken in der Erklärung der Phänomene der Wärme ausfüllen wird.

E r s t e r A b s c h n i t t .

Prüfung der Rumfordischen Versuche und Schlussfolgen.

Der Hauptsatz des Grafen Rumford ist folgender: „Alle Flüssigkeiten sind absolute Nichtleiter der Wärme, und jede Fortpflanzung von Wär-

„me, welche man in ihnen beobachtet, geschieht
 „nach dem hydrostatischen Gesetze, dass Flüssig-
 „keiten von verschiedenen specifischen Gewichten
 „nur dann im Gleichgewichte seyn können, wenn
 „die leichteste die oberste Stelle eingenommen hat.
 „Wird nämlich eine Flüssigkeit erwärmt, so erhal-
 „ten die den Wärme gebenden Körpern zunächst
 „liegenden Theile eine höhere Temperatur; diese
 „aber geht nicht in die nächsten Schichten über, son-
 „dern die erste Schicht bewegt sich, vermöge ih-
 „res geringern specifischen Gewichts, in die Höhe,
 „lässt auf diese Art andere Schichten an die ver-
 „lassene Stelle treten, wo sie, wie die erste, er-
 „wärmt werden und gleichfalls ihre Stelle andern
 „Schichten einräumen.“ Da es wichtig ist, über-
 zeugend darzuthun, dass dieses die wahre Hypo-
 these des Grafen Rumford ist, so berufe ich
 mich auf folgende Stellen:

Seite 7: „Ja, fogar nachdem die Resultate mehrerer Versuche, welche mir entscheidend schienen, mich zu dem Schlusse berechtigten, dass die Luft ein Nichtleiter der Wärme sey, oder dass die Wärme sie nicht passiren kann, ohne durch ihre Theilchen fortgeföhrt zu werden, wobei diese individuell und unabhängig von einander wirken.“ — — — Seite 8: „In meiner vorigen Abhandlung — — gab ieh schon an, wie ich auf die Entdeckung geföhrt wurde, dass Dampf und Flamme Nichtleiter der Wärme sind. Nun will ich dem Publicum eine Menge von Versuchen mittheilen, die ich seit einiger Zeit anstellte, welche, wie ich glaube, darthun werden, dass Wasser und wahrscheinlich alle übrige flüssige Körper diefelbe Eigenschaft besitzen.

Dies will nämlich so viel sagen, dass, obgleich die Theile jeder Flüssigkeit, an sich betrachtet, die Wärme von andern Körpern annehmen, oder sie ihnen mittheilen können, doch aller Wechsel und alle Mittheilung der Wärme unter diesen Theilchen selbst absolut unmöglich sey.“ — Seite 109: „Dieses Factum giebt, wie ich mir schmeichle, den allerunlängharsten Beweis, dass Wasser ein vollkommen *Nichtleiter* der Wärme ist, und dass sich die Wärme darin nur zu Folge der Bewegungen, die sie in einzelnen abgesonderten Theilen des Wassers hervor bringt, fortpflanzt.“ — Seite 164: „Aus den Resultaten aller dieser mit Versuchen angestellten Nachforschungen glaube ich mit Sicherheit schliessen zu können, — dass Wasser, Oehl und Quecksilber vollkommene *Nichtleiter* der Wärme sind, oder dass von dem Augenblicke an, wo diese Stoffe die Form der Flüssigkeit annehmen, alle wechselseitige Abtretung und Mittheilung der Wärme unter ihren Theilchen und aller unmittelbarer Uebergang der Wärme von einem Theilchen zum andern schlechterding unmöglich ist. — Wenn aber alle wechselseitige Mittheilung und aller unmittelbarer Uebergang der Wärme von einem Theilchen zum andern benachbarten in so vielen elastischen und unelastischen Flüssigkeiten, (die noch dazu in vielen andern Rücklichten so wesentlich von einander unterscheiden sind,) schlechterdings unmöglich ist; sollte dies uns nicht zu dem Schlusse hinlänglich berechtigen, dass diese Eigenthümlichkeit allen flüssigen Körpern gemein sey, ja, dass sie sogar zum Wesen der Flüssigkeit selbst gehöre?“

Diese Citate werden, hoffe ich, überzeugen, dass ich dem Grafen Rumford keine andere Meinung als seine eigne in der obigen kurzen Darstellung seiner Hypothese zueigne, und so will ich zu-

erst einige allgemeine Betrachtungen über diese Hypothese aufstellen.

Unter *Wärmeleitungsfähigkeit* verstanden wir bis jetzt die Fähigkeit, Wärme aufzunehmen und Wärme abzugeben. Nun aber gesteht der Graf Rumford den Flüssigkeiten die Eigenschaften zu, dass ihre an wärmern Körpern unmittelbar anliegenden Schichten Wärme aufnehmen, und muss ihnen gleichfalls die Eigenschaft einräumen, dass diese Schichten, wenn sie mit einem andern kältern Körper in Berührung kommen, ihnen ihre Wärme abgeben; sonst wäre jede Erkaltung unmöglich. Folglich sind diese Schichten einer Wärmeleitung fähig. Noch mehr, wenn man sich eine Flüssigkeit dächte, deren physisch unendlich kleine Schichten mit Ebenen von festen Körpern, auch vom schlechtesten Leiter, wie etwa Glas, abwechselten, so müsste die Wärme sich durch diese Abwechselungen vortrefflich fortpflanzen, besser als durch eine cylindrische Masse, welche nur von oben gleichförmig erwärmt würde, weil unter der Bedingung der Gleichförmigkeit kein Wechsel der Schichten statt finden kann. — Die absolute Unmöglichkeit einer Fortleitung der Wärme durch Flüssigkeiten, ohne Wechsel der Schichten, also durch die Hypothese selbst widerlegt.

Nehmen wir an, dass die Mittheilung der Wärme zwischen den Theilen einer Flüssigkeit unmöglich sey, hingegen möglich und leicht zwischen den Theilen dieser Flüssigkeit und allen festen Körpern, so verstößen wir ferner wider alle Analogie,

Nicht nur in allen bisherigen Hypothesen vom Wärmestoffe giebt es bekanntlich gar keinen Grund, die Fortpflanzung zwischen festen Körpern und Flüssigkeiten für leichter zu halten, als zwischen den Theilen einer Flüssigkeit, sondern gerade in der Rumfordischen Hypothese vom Wärmestoffe ist der Widerspruch mit den gewöhnlichen Analogien am auffallendsten. In seiner Untersuchung der durch Friction erzeugten Wärme, (*Annalen*, XII, 554, Anm.,) äusserte nämlich der Graf die schon sehr alte Meinung, dass die Wärme ein besonderes Phänomen einer eigenthümlichen innern Bewegung der Körper sey. Nun ist es bekannt, dass Blei, Zinn, Gold, keiner uns bekannten innern fortgesetzten Bewegung ihrer Theile fähig sind, weil ihre Theile zugleich sehr verschiebbar und gegen einander stark anziehend sind. Aber alle Luftarten sind unzähliger solcher innern Bewegungen fähig. Folglich sollten jene schlechten Leiter seyn, diese vortreffliche. Nicht minder bekannt ist es aber, und es wird der Herr Graf gewiss es nicht in Zweifel ziehen, dass Blei, Zinn, Gold die vollkommensten Wärmeleiter sind, Gasarten aber unter die schlechtesten gehören. Es bleibt also in diesem Conflicte von widersprechenden Analogien nur die Wahl, welche Meinung, die über die Leitung, oder die über die Natur der Wärme, Graf Rumford aufgeben will. Entschlüsse er sich indeß, auch die letztere fallen zu lassen; so bieten ihm doch alle übrige Hypothesen über die Fortpflanzung der

Wärme nirgends den mindesten Grund für den Satz der bessern Leitung zwischen festen und flüssigen Körpern, geben vielmehr sehr viele dawider, wie ich es weiterhin zeigen werde. Doch diese Einwendungen mögen von ihrer Stärke viel verlieren, wenn man dagegen erinnert, daß sie am Ende diese ihre Stärke vielleicht nur aus unsrer Unwissenheit schöpfen. Ich gebe sie aber auch jetzt nur als Gründe der Wahrscheinlichkeit.

Ich gebe jetzt zu noch directern Einwendungen über. Wenn die erwärmten Schichten der Flüssigkeiten innere Bewegung vermöge ihres gerin- gern specifischen Gewichts erhalten, und diese Be- wegung in den tropfbaren Flüssigkeiten Gegenstand der Beobachtung ist, und sie augenblicklich bei der Erwärmung Statt findet; so liegt in dieser allerdings richtigen Thatfache schon eine Widerlegung des Hauptsatzes. Denn die Schicht, die augenblick- lich sich bewegte, mußte eine messbare Dicke haben und also bis zu dieser Tiefe augenblicklich von der Wärme affizirt werden, und, wie de Lüc sehr scharfsinnig bemerkte, der diese Einwendung zuerst machte, *) der Grund, warum in einer Flüssigkeit diese Durchdringung nicht wie bei dem festen Kör-

*) Von Créll's *chemische Annalen*, 1798, B. 1, S. 288 f., und in diesen *Annalen*, I, 467. Was ich dort äußerte, um diese Einwendung zu entkräften, nehme ich zurück, und lasse daher hier mehreres fort, was Herr Prof. Parrot dagegen mit Sellarf- sinn erinnert.

d. H.

per, (und bei den elastischen Flüssigkeiten,) in derselben Richtung weiter fortgeht, ist der Strom selbst, der im Augenblicke entsteht, als die Wassertheilchen an den Seiten des Gefäßes bei der Aufnahme der Wärme ausgedehnt und also specifisch leichter werden. Sie steigen in die Höhe, ehe sie Zeit gewinnen, ihr Uebermaß von Wärme weiter fortzupflanzen.

Dieses die Einwendung de Lüc's. Ich gehe noch weiter, und behaupte, dass das Phänomen der Circulation, welches Graf Rumford so schön und treu beschreibt, unmöglich wäre, wenn nicht die Wärme von einem Theile der Flüssigkeit zum andern überginge. Man denke sich die unendlich kleine erwärmte Schicht an der innern Oberfläche des Gefäßes. Ihre Expansion, so lange sie tropfbares Wasser ist, kann nicht das Verhältniss von 1000:1012 überschreiten. Nun denke man sich, wie klein die Kraft des Uebergewichts der kältern nachbarlichen Wassersäulen ist, um die Bewegung zu erzeugen; dagegen erwäge man den Widerstand, den die Reibung der gewärmten Schichten am Glase und im Innern an den anliegenden Schichten hat, und man wird bald einsehen, dass die Bewegung unter der Voraussetzung, dass nur eine so dünne Schicht eigentlich auf einmahl erwärmt würde, unmöglich wird. Die Luftblasen, welche bei Erwärmung des Wassers sich am Glase fest setzen, steigen ja nicht, ungeachtet sie 800 bis 1000 Mahl leichter sind, als das Wasser. Man wird vielleicht wider

das Beispiel einwenden, daß die Luft eine stärkere Adhäsion am Glase habe, als das Wasser; allein mit Unrecht. Das beweiset die Adhäsion des Wassers an den Rändern der Gefäße über das Niveau der Flüssigkeit. Will man noch ein anderes Beispiel, — wer weiß nicht, daß in engen Barometerröhren die Variationen im Stande der Quecksilbersäule immer um $\frac{1}{2}$, ja bisweilen um ganze Linien kleiner sind, als in weiten? Wie groß würde nicht der Unterschied in Haarröhren seyn, und wie viel grösser ist die feinste Haarröhre nicht, als die Dicke der vom Grafen Rumford angenommenen erwärmtten Schichten? *)

So viel im Allgemeinen über die Rumfordische Hypothese. Ich glaube aber durch diese Eiswürfe

*) Wie treffend diese Einwendung des Herrn Verfassers ist, zeigen Thomson's Versuche über die Strömungen, die vorgeblich in erwärmtten Flüssigkeiten statt finden, (Annalen, XIV, 146 — 156.) Sie widerlegen die Wirklichkeit solcher Strömungen, deren Möglichkeit jener Grund sehr zweifelhaft macht. Nach Nicholson's Berechnung, (dab., 157,) würde, wenn man den erwärmtten Wassertheilchen den millionsten Theil eines Zolles zum Durchmesser geben wollte, ihre Geschwindigkeit im Aufsteigen kaum $\frac{2}{5}$ Zoll in einer Minute betragen, woraus auch er auf die Unwahr-scheinlichkeit aufsteigender Strömungen durch die bloße Ausdehnung der Wassertheilchen, welche nur durch die Berührung mit dem Gefäße erwärmt würden, schließt.

d. H.

noch wenig zu ihrer Entkräftung gethan zu haben. Denn ihr berühmter Urheber gründet sie auf That-sachen, und zwar auf solche, deren Richtigkeit ich recht gern anerkenne. Müßte man nun die daraus gezogenen Schlussfolgen eben so anerkennen, so fielen dann von selbst alle die obigen Betrachtungen, weil die unmittelbaren Schlüsse aus Thatsachen, gegen jene allgemeinen Betrachtungen, überwiegend seyn müßten; oder es entstünde wenigstens ein Conflict von Raisonnement, welches geradezu beweise, daß weder Graf Rumford noch ich etwas erwiesen hätten. Ich muß also Schritt für Schritt dem Herrn Grafen in seinen Versuchen und in seinen Schlüssen überall folgen, und bestimmt anzeigen, wo er gejrrt hat.

Ich übergehe den Aepfelbrei und die Reissuppe, womit die Geschichte der Versuche anhebt, weil sie nur als Veranlassung zu den eigentlichen Untersuchungen da stehen, (*Annalen*, V, 338.) So auch das merkwürdige Phänomen der Bäder zu Bajae, wo nämlich das Wasser sich kalt anfühlt, indes der darunter liegende Sand die Finger verbrennt. Im zweiten Abschnitte, wo ich einen neuen Satz zur Erklärung vieler Phänomene, die zur Wärmeleitung gehören, aufstelle, werde ich auf diese schöne Thatache zurück kommen, und sie erklären.

Die ersten Versuche sind die mit dem so genannten cylindrischen Passage - Thermometer auf Aepfelbrei und Wasser angestellt. Dieses sehr gut

erfundene Instrument zeigte, daß eine Portion Äpfelbrei, dessen fibröser Theil nur $\frac{1}{5}$ des ganzen Gewichts ausmachte, die Wärme viel langsamer durchliess; als eine gleiche und unter gleichen Umständen erwärmte Wassermasse. Ich will nicht hier die Einwendung machen, welche Gren, glaube ich, noch machte, nämlich, daß man anstatt Wasser geschmorten Äpfelbrei ohne fibröse Theile zur Vergleichung hätte nehmen sollen; denn obschon die eigenthümliche Leitungsfähigkeit dieses Breies gewiss von der des Wassers verschieden seyn wird; der dem wässrigeren Theile beigemischten schleimigen und Zuckertheile wegen, so glaube ich doch, daß der Versuch, wie mit Wasser angestellt, mit gleichem Erfolge zum Vortheile der Rumfordischen Meinung ausgefallen wäre. Allein, was kann man aus diesem Versuche schließen? was schließt selbst Graf Rumford daraus?

A. „Dass eine geringe Menge gewisser (fremder) Substanzen, wenn man sie mit dem Wasser mischt, sehr mächtig dahin wirkt, die Wärme leitende Kraft dieser Flüssigkeit zu schwächen.“ (Seite 29.) Und diesen Schluss unterschreibe ich sehr gern, wie gesagt, der obigen Einwendung ungeachtet, weil nachher viele Versuche vorkommen, wo diese Einwendung nicht mehr passt.

B. Eben so gern unterschreibe ich als Folge aus dem Vorhergehenden den Satz, Seite 31: „dass man die Wärmeleitungsfähigkeit einer Flüssigkeit dadurch vermindere, daß man die Bewegung der

„Theilchen der Flüssigkeit bei Fortpflanzung der Wärme bloß hemmt oder fört, indem man die Flüssigkeit mit soliden Substanzen von geringem Volum, oder solche, die in Verhältnisse zu ihrer Dicke, eine große Oberfläche haben, vermischt;“ voraus gesetzt, dass Graf Rumford hier nicht das absolute Leitungsvermögen der Flüssigkeiten eigentlich meine, sondern nur die Ausübung dieses Vermögens. Dann angenommen, dass die beige-mischten Theile nicht chemisch aufs Wasser wirken, welches der Fall in den folgenden Versuchen ist, so sehe ich nicht ein, dass das Vermögen hier ge-schwächt werde, wohl aber die Ausübung.

Aber den Zufatz: „doch müssen diese beige-mischten Substanzen Nichtleiter seyn,“ unterschrei-be ich nicht, weil diese Bedingung nicht aus dem Versuche folgt. Sie folgt noch weniger aus der Rumfordischen Hypothese, nach welcher feste Kör-per die einzigen Wärmeleiter in der Natur sind. Und wenn es auch unter ihnen Nichtleiter geben soll, wie verhält sich denn diese Behauptung mit dem Theile der Hypothese, dass die Nichtleitung der Wärme eine Eigenthümlichkeit der Flüssigkei-ten als solche sey, dass sie zum Wesen der Flüssig-keit gehöre? *)

Nun

*) Doch wie soll ich den Satz: *dass das Wasser von seiner Leitungsfähigkeit verliere, wenn man seine Flüs-*

Nun folgen Versuche, wo gezeigt wird, daß Eiderdunen, dem Wasser im Verhältnisse von 50 beigemischt, das Leitungsvermögen des Wassers beträchtlich schwächen. Sie sind ein vollständiger Beweis für die Sätze A und B; und machen die vorher gehenden Versuche entbehrlich.

Graf Rumford wendet darauf diese Thatsachen und Sätze auf Naturgegenstände, besonders auf die Vegetation, an, indem er der verminderten Flüssigkeit, und der Unterbrechung derselben durch feste nicht-leitende Theile in den Pflanzen es zuschreibt, daß sie nicht völlig ihrer Wärme beraubt werden. — Hier möchte ich gleich fragen, was es heißt, der Wärme völlig beraubt seyn. Graf Rumford meinte gewiss nicht darunter absolut kalt werden. Er ist ein zu guter Physiker, um nur daran zu denken. Er konnte also nur darunter

Flüssigkeit vermindere, verstehen, wenn, wie S. 60 u. 165, gesagt wird, die Nichtleitungsfähigkeit zum Wesen der Flüssigkeit gehöre, und jene die Ursache dieser sey? Es sollte also das Wasser nur deswegen flüssig seyn, weil es Wärme nicht leitet, desto weniger aber leiten, je flüssiger es ist. Wo bleibt der in der Naturforschung so sichere, so unentbehrliche Grundsatz, daß die Wirkungen im Verhältnisse der Ursachen sind? Und finden zuweilen scheinbare Ausnahmen Statt, so ist es heilige Pflicht des Naturforschers, den Grund dieser scheinbaren Ausnahme bestimmt anzugeben, und nicht einen Schritt weiter zu gehen, bis er dieser Pflicht Genüge geleistet hat.

P.

Annal. d. Physik. B. 17, St. 3, J. 1804, St. 7.

6

verstehen, dass die Textur der Pflanzen und die Zähigkeit der Säfte, (über diese Zähigkeit als Verminderung der Wärmeleitung ist schon das Nöthige gesagt,) es verhindern, dass die Bäume die Temperatur der umgebenden Luft annehmen. Da ich keine thermometrischen Versuche innerhalb der Bäume im Winter angestellt habe, da der Gr. Rumford auch keine anführte, da er vollends vielleicht die Gültigkeit solcher Versuche nicht anerkennen würde, weil er im 3ten Kapitel dieser Abhandlung darauf aufmerksam gemacht hat, dass große Grade intensiver Wärme Statt finden können, die für das Thermometer nicht fühlbar sind; — so will ich mich auf ein gut bewährtes, ziemlich auffallendes Factum berufen. Im harten Januar 1799, da wir in Riga an den Mauern der Häuser eine Kälte von 29° R. hatten, drang der Frost so weit in die Erde, dass das Wasser in den Röhrenleitungen der Städte fror, sogar an den Stellen, wo die Röhren 7 Fuß tief unter der äussern Oberfläche lagen. Ich bin Zeuge dieses außerordentlichen Factums, und ich kann mich deshalb auf die Aussage der Brunnenarbeiter berufen. Hier drang also der Wärmeträger des Wassers in den hölzernen Röhren durch die Röhren selbst, welche die Baumtextur haben, dann durch eine Schicht von Erde, (das heißt, von gemischten Substanzen aus Luft, Wasser, Sand, vegetabilischer Erde,) dann durch das Pflaster und die Schneedecke hindurch. Dass alle diese Nichtleitungsanthalten den Durchgang des Wärmeträgers allerdings

erschweren, wer wird daran zweifeln? Aber man vergleiche damit die in der Luft isolirten Bäume, ja die $\frac{1}{2}$ Zoll dünnen Stauden, und frage, ob sie nicht in diesem langen Winter die Temperatur der äussern Luft annahmen. Und wollte man auch zugeben, dass die innern Theile einige Grade mehr Wärme behalten hätten, ja, ich will 10° annehmen, so waren sie doch gewiss damahls bis auf — 20° erkaltet, und es zeigt sich daraus, dass die holzartigen Pflanzen, (ja, die saftige Roggenflanze,) eine Kälte von 20° aushalten können, ohne Gefahr für ihre Organisation; und es folgt unmittelbar daraus, dass die Natur alle die Vorsicht nicht nöthig hat, um die Erkaltung wenigstens bis auf — 20° zu verhindern, da sie diese Erkaltung wirklich zugiebt.

Mit diesen Betrachtungen über den Einfluss der vorgetragenen Sätze schliesst sich das erste Kapitel der Abhandlung des Grafen Rumford, und unsere Untersuchung hat gezeigt, dass dieses Kapitel in der That keine andere ausgemachte Wahrheit aufstellt, als den Satz, dass die Flüssigkeiten die Wärme besser leiten, wenn die Bewegung ihrer Theile frei ist, als wenn sie gehemmt wird. Schon lange vorher war es bekannt, dass die Abwechselung der Schichten einer Flüssigkeit, welche eine erwärmte Fläche berühren, ein kräftiges Mittel sey, um dieser Fläche viel Wärme zu entziehen. Auf diesem Satze beruht zum Beispiel die Construction des von mir erfundenen Stubenofens, dessen Beschreibung in Voigt's Magazin, B. 10, St. 1,

zu finden ist. Der Graf Rumford hat das Verdienst, diesen Satz in ein deutliches Licht gesetzt zu haben, besonders durch den schönen Versuch mit den Eiderdunen, und die Physiker dadurch auf dieses Naturgesetz aufmerksamer gemacht zu haben, welches gewiss bei dem jetzigen allgemeinen Streben nach Erweiterung unsrer Kenntnisse nicht ohne Nutzen seyn wird.

Das zweite Kapitel, [Annalen, I, 214,] fängt mit dem Versuche an, der das Daleyn der Ströme in ungleich erwärmten Wasserschichten so deutlich darstellt. Diese äusserst finnreiche Vorrichtung liefert ein Beispiel mehr, wie man oft mit sehr wenigen Hülfsmitteln, aber mit vielem Scharfsinne, Zwecke erreichen kann, die man fast für unerreichbar halten möchte, und es wäre zu wünschen, dass diese Vorrichtung in den öffentlichen Vorlesungen auf Akademieen eingeführt würde, weil sie einen Satz geradezu vom Wasser erweiset, den man sonst nur analogisch vortragen kann. *)

Dann geht Graf Rumford zu seinen Versuchen über das Schmelzen des Eises über. Vorher aber beschuldigt er die Physiker des Irrthums, dass das Wasser über Eis nicht erwärmt werden

*) Nochmals muss ich hierbei an Thomson's lehrende Versuche erinnern, welche es, wie es mir scheint, außer Streit setzen, dass in Flüssigkeiten, beim Erwärmen derselben, Strömungen in der Art nicht entstehen, wie sie der hier erwähnte Rumfordische Versuch darzuthun schien. d. H.

könne. Mir ist diese Behauptung noch nicht vorgekommen. Die Physiker haben bis jetzt das *schmelzende Eis* als einen der größten Wärmeleiter oder vielmehr Wärmever schlucker an, und schlossen daraus, dass das Wasser, welches damit vermischt wird, nur sehr geringe Grade von Wärme annehmen könne. Allein, dass es gar keine annehmen könnte, hat, so viel ich weiß, niemand behauptet; denn man müsste das Leitungsvermögen des Eises zu dem des Wassers als unendlich ansehen; vielmehr weiß jeder, der Thermometer in schmelzendem Schnee oder Eise graduirt hat, dass man, um den wahren Nullpunkt zu erhalten, die Kugel in die schmelzende Masse, nicht aber in das neben befindliche flüssige Wasser, wenn die Lufttemperatur etwas beträchtlich ist, tauchen müsse, welches von dem Gefäse oft $\frac{1}{2}$, 1, auch $1\frac{1}{2}^{\circ}$ Wärme erhält. Ich hoffe, dass der Graf Rumford diese Bemerkung nicht als eine blosse Subtilität ansehen wird; denn wo es auf Leitungs- oder *absolute Nichtleitungsfähigkeit* ankommt, sind alle Größen, wenn sie nur messbar sind, wichtig.

Im Versuche 15 und 16 lässt Graf Rumford warmes Wasser auf Eis von der Temperatur 32° F. einwirken, ein Mahl, indem das Eis in dem warmen Wasser schwimmend liegt, das andere Mahl, indem es unterhalb fest gehalten wird. Es zeigt sich, dass, wenn das Wasser unter der Eismasse liegt, es das Eis mehr als 8 Mahl geschwinder schmelzt, als in dem entgegen gesetzten Falle. So viel als

ich über diesen Versuch zu sagen hätte, und über den folgenden 17ten und 18ten, so muss ich doch es noch aufsparen, weil diese Versuche gleichsam nur als Vorbereitung zu den wichtigen Resultaten der Versuche 19 bis 44 vorkommen, welche unstreitig die stärksten Data für die Rumfordische Hypothese enthalten. Die besondern Phänomene von 17 und 18 werde ich im 2ten Abschnitte erklären.

Man überlchauet alle diese Versuche von 15 bis 44. Ihr Inhalt ist folgender: 15 und 16 zeigen, wie schon gesagt, dass das Eis beträchtlich langsamer schmilzt, wenn es im Grunde des mit heißem Wasser gefüllten Gefäßes liegt, als wenn es darauf schwimmt. Es entsteht also gleich der Einwurf: Wenn die Flüssigkeiten absolute Nichtleiter sind, wie kommt es, dass doch etwas vom Eise im Grunde schmilzt? Wie kommt die Wärme dahin, da die wärmern Theile des Wassers hier die obern Gegenden des Gefäßes schon einnehmen, und also keine Strömung denkbar ist?

Darauf antwortet Gr. Rumford durch die folgenden Beobachtungen in 17 und 18. Hier hat er gleichfalls Eis auf dem Boden des Gefäßes, und heißes Wasser darüber, aber in 18 zwischen beiden eine Wasserschicht von 32° F., welche zwischen 2 dünnen Zinnplatten eingeschlossen ist, deren untere das Eis unmittelbar berührt. Die Zinnplatten haben in ihrer Mitte eine runde Oeffnung von 2" Durchmesser, durch welche das obere heiße Wasser mit der 1" hohen kalten Wasserschicht communicirt. Nach einer geraumen Zeit wurde das Wasser abgegossen,

und in der Mitte des Eiskuchens gerade unter dem Loche der Platten ein scharf abgeschnittnes Loch von $\frac{1}{16}$ Zoll Tiefe gefunden; die übrige Fläche war ungeschmolzen geblieben, ausgenommen eine Art von Risse von 1" Breite und etwas über $\frac{1}{16}$ Tiefe bis nach dem Rande. Zu dieser letztern Beobachtung liefert Graf Rumford eine sehr scharfsinnige Erklärung; er bemerkt nämlich; dass in allen diesen Versuchen das Wasser, welches das Eis unmittelbar berührte, 40° F. warm war. Nun ist es bekannt, dass unter dieser Temperatur alle Wasser specifisch leichter ist als bei 40° , so dass, da man kein Wasser von 32° fand, man anzunehmen berechtigt ist, dass hier eine Strömung Statt fand. Nämlich, das bis 32° F. erkältete Wasser, das leichter war, musste über das von 40° steigen; da aber über der kreisrunden Oeffnung warmes Wasser völlig in Ruhe lag, so konnte nicht hier der Wechsel geschehen, sondern es musste die Communication des Wassers an den andern Stellen, nämlich am Rande, dazu concurriren. Daher floß das Wasser von 40° aus dem Zwischenraume der beiden Platten von der Randseite herunter, und trieb so das Wasser von 32° in der Mitte hinauf. Auf dem Wege nach der Mitte bahnte sich dieses 40° warme Wasser das beobachtete Bett, und so erklärt es sich sogar, dass das Bett etwas tiefer wurde, als das mittlere Loch. *)

*) Dieses muss der Herr Graf zugeben; da er im 57sten Versuche beweiset, dass **a** dem specifischen

Dass diese Erklärung hier gegründet sey, gebe ich zu; ob sie aber hinreiche, um das Phänomen ganz zu erklären, das wollen wir noch nicht entscheiden. Graf Rumford glaubt das letztere, und argumentirt auf folgende Art.: Ist das Wasser ein Nichtleiter, hat kein Wärmetstoff sich von den oben warmen Wasserschichten herab gesenkt, so ist die ganze Schmelzung des Eises dem Wasser zwischen den beiden Zinnplatten vermöge der Strömung zuzuschreiben, welche der Unterschied an specifischer Schwere des Wassers von 32° und des von 40° , und so muss demnach Wasser von 40° Temperatur eben so viel Eis schmelzen, als Wasser von 212° . Beweiset nun

Gewichte nach von einander unterschiedene Flüssigkeiten, als gemeines und Salzwasser, keine Strömung verursachen, wenn sie ganz ruhig über einander liegen. Es wäre mir leicht gewesen, diesen Umstand zu einer Einwendung zu benutzen gegen die ganze Erklärung des Herrn Grafen, welche den Wechsel unter der kreisförmigen Oeffnung geschehen, und dann die warme Flüssigkeit nach der Seite abfließen lässt; und dann noch obendrein zu fragen, warum das Bett dieser Strömung tiefer ist, als das mittlere Loch, das zuerst die Einwirkung des heißen Wassers nach der Rumfordischen Erklärung erhält. Anstatt dieser Einwendung gebe ich die wahre Erklärungsart nach dem Rumfordischen Satze der Strömung. Ich hoffe also, dass man dieses Betragen nicht missdeuten wird, besonders weil ich keinen Gebrauch von der ganzen Erklärung machen werde, wider den Satz des Herrn Grafen Rumford.

P.

Graf Rumford das letztere durch Versuche, so müssen wir rückwärts auf die Nichtleitung des Wassers schließen. — Man sieht aus diesem Beispiel, mit welch einem scharfsinnigen Antagonisten ich es aufgenommen habe. Die folgenden Versuche werden es noch mehr zeigen, und ich gestehe, daß es mir nicht geringe Mühe kostete, um mich durch diese vielfältigen Versuche und die äusserst feinen Anwendungen derselben durchzuarbeiten und Licht in diese Materie zu bringen, die der würdige Naturforscher, dessen Meinung ich befreite, mit so grossem Aufwande, jedoch gewiss nicht absichtlich in ein Labyrinth umwandelte. Möge ich nur in meinen Vortrag die Deutlichkeit hinein bringen, die in meinen Ideen darüber ist!

Ich übergehe den 19ten, 20sten, 21sten und 22sten Versuch, die Graf Rumford für unstatthaft erklärt. Der 23te und 24te waren auf folgende Art veranfaltet. Auf dem Grunde eines cylindrischen Glasgefäßes war eine Portion Wasser zu einem Eiskuchen von 4,7" Durchmesser und 3" Höhe gefroren. Auf denselben sollte eine Portion heißes Wasser, 8" hoch, aufgegossen werden, um zu sehen, wie viel von diesem Eiskuchen schmelzen würde, indeß das Gefäß in schmelzendes Eis so tief getaucht war, als der Eiskuchen reichte. Damit aber das Wasser so regelmässig aufgegossen würde als möglich, wurde es durch eine hölzerne Röhre hinein gegossen, deren untere Mündung verschlossen war, seitwärts aber viele kleine Seitenlö-

cher hatte. Doch auch damit war die Vorsicht noch nicht weit genug getrieben. Das so seitwärts strahlende Wasser fiel auf eine bis 32° F. erkältete Holzplatte, welche eine Menge Löcher hatte, die das Wasser durchliessen. Dieses Brett stieg immer mit dem Wasser, und empfing immer den Stoß des fallenden Wassers. Das aufgegossene Wasser hatte im 23sten Versuche 196° , im 24sten 190° . Im 23sten schmolzen in 1 Minute 423, in dem 24sten aber in 5 Minuten 703 Grän Eis. Da nun die beiden Zahlen 423 und 703 nicht im Verhältnisse der Zeiten 1 und 3 sind, so schliesst Graf Rumford, dass, ob er seiner angewandten Vorsicht ungeachtet, Unregelmässigkeiten beim Schmelzen vorgegangen sind, dass das Aufgiessen dennoch eine Strömung in dem heißen Wasser, und dadurch die grössere Schmelzung in der 1sten Minute erzeugt habe.

Um diese Unregelmässigkeiten zu vermindern, stellte Graf Rumford noch den 25sten, 26sten und 27sten Versuch an, ganz auf die vorige Art, nur mit dem Unterschiede, dass er, ehe das heiße Wasser aufgegossen wurde, eiskaltes Wasser auf den Eiskuchen 0,478 Zollhoch goss, dann die kalten hölzernen Scheiben auflegte, und das heiße Wasser wie vorher darüber goss. — Ich gestehe es, dass ich nicht begreife, warum die Vorsichten im 23sten und 24sten Versuche nicht hinreichend waren, besonders nach dem schon angeführten Versuche mit dem Salzwasser, wo nicht einmahl so viel Vorsicht angewandt wurde. Noch weniger aber begreife

ich, wie die Dazwischenkunft von 0,478 Zoll hoch eiskalten Wassers die Unregelmässigkeiten vermeiden soll. Nach der Meinung des Hrn. Grafen kommen die Unregelmässigkeiten daher, dass das eiskalte Wasser des geschmolzenen Eises, während des Eingießens des heißen, mit dem heißen Wasser Strömungen erregte, welche den eigentlich schmelzenden Strömungen, die der Unterschied der Temperatur von 32° und 40° erzeugte, störten. Werden denn nun, da man sogleich eiskaltes Wasser auflegt, die störenden Strömungen nicht Statt finden? Wie gesagt, ich kann es nicht begreifen, wohl aber begreife ich, dass diese eiskalte Wasserschicht zwischen dem heißen Wasser und dem Eise die Wirkung des erstern oder die Schmelzung sehr schwächen muss. Dennoch legt Graf Rumford diesen Versuch zum Grunde seiner Berechnungen, und vergleicht die erhaltenen Resultate mit andern Versuchen mit kaltem Wasser, wo der Umstand der eiskalten Wasserschicht nicht Statt fand. Indess drückt ihn das Bewusstseyn dieses Fehlers, und er macht ihn hernach gut, doch nur halb, wovon nachher gesprochen werden soll. Es schmolzen in Versuch 25 in 10 Minuten 580 Gran, in Versuch 26 in 30 — 914 Gran, in Versuch 27 in 180 — 3200 Gran Eis. Man vergleiche die 580 Gran in 10 Minuten mit den 423 Gran, die im 23sten Versuche in 1 Minute schmolzen, und lege sich aufrichtig die Frage vor, ob die kleinen Unregelmässigkeiten, angenommen,

dass hier mehrere verhütet worden wären, als dort, einen solchen Unterschied erzeugen können, oder ob dieser ungeheure Unterschied nicht der dazwischen befindlichen eiskalten Wasserschicht zuzuschreiben ist. Indess berechnet Graf Rumford Seite 87 und 88, und zwar mit Grund, dass, nachdem die so genannten Unregelmässigkeiten aufgehört hatten, eine regelmässige Schmelzung eintrat, die hier durch heisses Wasser von etwa 190° von 10 Minuten zu 10 Minuten 152 Gran beträgt.

Nun kommt eine Reihe von ähnlichen Versuchen, 28 bis 33, mit Wasser von 41° F., doch ohne Zwischenschichten von eiskaltem Wasser, weil der Graf glaubte, dass hier keine Unregelmässigkeiten Statt finden könnten. — Und die Resultate sind allerdings auffallend. Denn es zeigt sich gleichfalls, nach Elimination einiger dennoch eingetretenen Unregelmässigkeiten, dass die mittlere Schmelzung in 10 Minuten $189\frac{1}{2}$ Grm ausmache. Folglich, schliesst Graf Rumford, beweisen diese Versuche, dass Wasser von 41° Temperatur nicht nur so viel, sondern sogar mehr Eis schmelzt, als eine gleiche Quantität beinahe siedenden Wassers.

Da nun aber der Beweis von der nicht-leitenden Kraft des Wassers darauf beruht, dass kaltes Wasser eben so viel Eis schmelze als warmes, so soll jener Satz durch das Resultat mehr als bewiesen seyn, und der gefundene Ueberschuss der Schmelzung zum Vortheile des kalten Wassers soll

auch sogar aus dem Satze der Nichtleitung erkläbar seyn.

Ich für meinen Theil gestehe, dass, so fehr ich mich in diese Materie eingearbeitet habe, ich bei allem möglichen Kehren und Wenden des Satzes der Nichtleitung, schlechterdings nichts finde, was diese Erklärung zuwege brächte. Diese Erklärung wäre uns der Herr Graf zu geben schuldig gewesen; denn es wird ihm wohl bekannt seyn, dass, wer mehr beweiset, als er beweisen will, wider sich beweise. Dieser Umstand war nicht zu übersehen.— Ich will diese Mühe übernehmen, und zwar die Versuche des Herrn Grafen als einzige Quelle benutzen.

Der Herr Graf hatte, wie gesagt, den Vorwurf voraus gefühlt, dass die Versuche, die er zur Fundamentalvergleichung gewählt batte, durch den wesentlichen Umstand der eiskalten Wasserschicht sich unterscheiden. Er stellt also noch 2 Versuche an, 37 und 38, mit Wasser von 41° , übrigens ganz unter den Bedingungen der Versuche mit heißem Wasser: Und er bekommt neue Resultate: die Schmelzung im 37sten Versuche betrug in 30' 592 Gran, im 38sten in 30' 676 Gran. Davon ist das Mittel 634 Gran in 30 Minuten. Das Mittel der vorher gehenden Versuche war 601 Gran in 30 Minuten, nämlich vor der Correction für die so genannten Unregelmässigkeiten. Mithin finden wir hier einen Unterschied von 33 Gran, welches die eiskalte Wasserschicht bei dem geringen Unterschiede

von 32° zu 41° bewirkt hatte. Wie viel grösser muss er nicht bei dem Unterschiede von 32° zu 190° gewesen seyn! Noch mehr: Addirt man diesen Unterschied von 33 Gran zu den gefundenen 152 Gran als mittlerer Schmelzung mit heissem Wasser, so kommen 185 Gran heraus, also nur um $4\frac{1}{2}$ Gran weniger, als die gefundene Schmelzung durch kaltes Wasser. Da nun aber im Verlaufe dieser Versuche noch viel grössere Fehler vorkommen, so müssen wir diesen Unterschied von $4\frac{1}{2}$ Gran durchaus der unvermeidlichen Unvollkommenheit solcher Versuche zuschreiben, so dass man demnach den Satz aufstellen kann, dass die von Graf Rumford gefundenen *regelmässigen Schmelzungen durch kaltes und warmes Wasser einander gleich sind.* Und so hätte ich die Hypothese des Grafen Rumford von dem obigen Vorwurfe, dass seine Versuche mehr beweisen, als sie beweisen sollen, gerettet.

Aber habe ich auch diese Hypothese dadurch erwiesen? Weit davon! Gerade dieser so mühsam errungene Satz von der Gleichheit der Schmelzung, der alles für die Hypothese zu seyn scheint, wird eher ihren Sturz als ihre Unterstützung bewirken.

Zuerst müssen wir bestimmt ausmachen, was die so genannten Unregelmässigkeiten eigentlich sind, welche Graf Rumford glaubt in den Berechnungen seiner Versuche so sorgfältig eliminiren zu müssen. Wenn man alle seine Versuche mit der

größten Wahrheitsliebe in dieser Hinsicht über-
schauet, so sagen sie am Ende nichts anderes, als dass
die Schmelzung anfangs viel schneller gehe, als spä-
ter; dass der Unterschied in der Geschwindigkeit
der Schmelzung geringer ist, wenn man eine eis-
kalte Wasserschicht zwischen das Eis und das war-
me Wasser legt; und dass nach einer gewissen
Zeit eine völlige Gleichförmigkeit in der Schmel-
zung statt findet. Angenommen nun, wir wüssten
nichts von den Ideen des Grafen Rumford, so
würde niemand etwas besonderes darin finden, dass
fließendes Wasser in Berührung mit Eis anfangs mehr
schmilzt, als später. Anfangs wirkte das Wasser
mit seinen 212° Wärme; es schmilzt Eis; dieses
Schmelzen bewirkt, wie man weiß, eine beträcht-
liche Verschluckung des Wärmetoffs; das Wasser
kriest unter 32° ; mithin bildet sich unterhalb, un-
mittelbar auf dem Eise, eine Schicht eiskalten Was-
ters. Ueber diese nimmt die Temperatur allmäh-
lig zu, nach irgend einem Gesetze, welches noch
durch die von der äußern Luft bewirkte Erkäl-
tung und vorzüglich durch die Ausdunstung modi-
fiziert wird. Die Beobachtung, welche er, (16ter
Versuch,) in den verschiedenen Höhen seines Was-
sergefässes angestellt hat, bestätigen diesen Satz.
Mithin kommen die Leitung und Nichtleitungsfähig-
keit des Wassers hier in gar keine Betrachtung. Nun
aber sagt uns Graf Rumford, dass diese Progres-
sion der Temperaturen der Wasserschichten vom
Eise an nicht stets steigend ist; dass alle Schichten

unter 40° spezifisch leichter sind, mithin steigen müssen, und dass demnach die Schicht von 32° der Anfang zweier Reihen, deren eine abwärts bis zum Eise, die andere hinaufwärts geht, seyn würde, wenn innerhalb der untern Schichtenreihe nicht die beständige Strömung statt fände, welche eigentlich das Eis schmilzt. Zum Beweise für diese Strömung führt Graf Rumford den 17ten Versuch an, wo diese Strömung sich ein ordentliches Bett auf dem Eise bahnte. Allein dort war ein Umstand, der in den späteren Versuchen nicht statt fand, nämlich die Absondierung der kalten Wasserschicht durch die Zinnplatten, welche, wie wir im zweiten Abschnitte zeigen werden, einen Unterschied in der Temperatur bewirkte zwischen den Säulen, die in der Mitte zwischen den Oeffnungen der Zinnplatten lagen, und denen, welche zwischen den Platten selbst waren. Dieser Seitenunterschied der Temperaturen bewirkte die Strömung. Aber in dem letzten Versuche fand dieser Seitenunterschied nicht statt, (nämlich unter 40° ,) obgleich die äussere kalte Luft das Wasser erkältete. Den Beweis liefert der Versuch mit Salzwasser, noch mehr aber die vorhandenen Spuren einer Seitenströmung auf dem Eise. Zwar schweigt Graf Rumford über solche Spuren. Aber würde ein so guter Beobachter diesen seiner Hypothese so vortheilhaften Umstand vergessen oder übersehen haben, wenn er statt

Statt gefunden hätte, er, der uns so manche ähnliche Bemerkungen mitgetheilt hat.

Der Zustand, dass das Thermometer ganz nah am Eise in Wasser gesenkt, beständig auf 40° wies, ist ein neuer Beweis für die ununterbrochene Progression der Temperaturgrade von unten herauf. Denn die Thermometerkugel hat ja eine angeblieche Dicke. Diejenigen, die Graf Rumford weiterhin braucht, hatten $\frac{1}{2}$ " Durchmesser. Waren diese gleich gross, so erhielten sie die Temperatur von verschiedenen Schichten, welche zusammen $\frac{1}{2}$ Zoll hoch waren. Da nun gleich $\frac{1}{2}$ Zoll höher, die Schichten schon 76° anzeigen, (Seite 64,) wird man sich wundern, dass die Kugel in Berührung mit dem Eise nicht 32° , sondern 40° angab? Vielmehr, wenn man z. B. die untersten Schichten, $\frac{1}{2}$ Zoll hoch vom Eise an gerechnet, zwischen 32 und 40 Temperatur, unter einander strömen lässt, ohne Mittheilung der Wärme von oben her, so kann das Thermometer ja nicht 40° und nicht 32° , sondern muss 36° angeben. Da es aber nicht so ist, so beweiset das offenbar, dass diese Strömung in diesen Versuchen nicht Statt findet. Da überdies diese Behauptung mit dem Versuche des Wassers und Salzwassers vollkommen überein stimmt, so ist kein Grund da, sie nicht anzunehmen.

Aber es steht uns noch der scheinbar riesenmässige Grund, nämlich der Erfahrungssatz, dass nach einiger Zeit die Schmelzungen durch sie-

dendes Wasser nicht beträchtlicher sind, als durch Wasser von 40° F., entgegen. Man stelle sich das Rumfordische Gefäß zu Anfang eines Versuches vor, nämlich den Eiskuchen unten, das heiße Wasser darüber. Man denke sich die ganze Wasserportion in sehr kleine gleiche horizontale Schichten getheilt, etwa von der Dicke von $\frac{1}{1000}$ oder noch kleiner. Bei der Berührung theilt die unterste von ihrer Wärme dem Eise mit, und es entsteht eine Schicht von Wasser von der Temperatur 32° F. oder 0° R. Die unterste warme Wasserschicht hat einen Theil ihrer Temperatur dazu abgegeben. Da sie die nächste über ihr berührt, so enthält sie wieder von ihr nach dem Richmannischen Gesetze einen Theil ihrer Wärme, wodurch diese also kälter wird. Die nächste höher liegende giebt ihr wieder von ihrer Temperatur, und so geht es fort, bis zur höchsten Schicht. Würde nun unten kein neuer Wechsel von Temperatur entstehen, so wäre die Reihe der Temperaturen von unten herauf eine steigende geometrische Progression, zu deren jedem Gliede man eine constante Zahl addirt. Allein es dauert der Wechsel der Temperaturen unterhalb immer fort. Betrachten wir nun die Zeitmomente einzeln, so ist's gewiss, dass, indess in der ersten Reihe die zweite Schicht ihre Wärme abgiebt, die unterste warme Schicht wieder einigen Verlust leidet; dieselbe hat also zwei Mahl verloren, indess die zweite Schicht nur Ein Mahl verloren hat. Im 3ten Augenblicke verliert die unterste Schicht zum dritten

Mahle, die zweite zum zweiten Mahle, die dritte zum ersten Mahle. Im vierten Augenblicke verliert die unterste Schicht zum vierten Mahle, die zweite zum dritten Mahle, die dritte zum zweiten Mahle, die vierte zum ersten Mahle. Wären nun die einzelnen Verluste gleich, oder auch nur in arithmetischer Progression, so würden die Temperaturen eine arithmetische Progression bilden. Statt dessen aber bilden sie eine andere Reihe, die für jeden Augenblick zwar ihre Glieder ändert, aber immer nach demselben Gesetze.

Aus dieser Betrachtung folgt, dass das untere Wasser viel schneller seine Temperatur verlieren müsse, als das obere; dass die Menge des geschmolzenen Eises anfangs sehr stark, später aber viel geringer seyn, und dass nach einiger Zeit die Temperatur der untern Schichten, das geschmolzene Wasser abgerechnet, sehr nahe am Frierpunkte kommen müsse.

Wir sind also in der Hypothese der Leitfähigkeit des Wassers berechtigt, anzunehmen, dass in solchen Gefäßen die Temperaturen von unten nach oben *nach einem gewissen Gesetze* zunehmen.* Es sey nun A, (Fig. 1, Taf. III,) der Eiskuchen mit den Wasserschichten über ihm; ac stelle die

*) Dass man dieses Gesetz nicht durch Beobachtung völlig bestätigt findet, daran hat die anderweitige Erkältung durch die Wände des Gefäßes und durch die Ausdunstung die Schuld.

P.

T 2

gleichförmige Temperatur vor, welche das Wasser im ersten Augenblicke des Eingießens hatte, so giebt es gewiss eine Zeit, wo die eigenthümlichen Temperaturen der Schichten als Semiordinaten aufgetragen, eine krumme Linie, wie etwa $c'b$, bilden werden, wo nur die höchste Schicht die ursprüngliche Temperatur hat.

Nun denke man sich einen andern ähnlichen Apparat, wo aber die höchste Temperatur des Wassers durch $a'c'$ ausgedrückt werde; die Curve der Temperatur wird $c'b$ seyn. Hier theilt sich die Wärme nach den nämlichen Gesetzen als im andern Gefäße, obwohl die Temperaturen kleiner sind. Denn die Mittheilung der Wärme hängt nicht von der absoluten Temperatur, sondern von dem Unterschiede der Temperatur von einer Schicht zur andern ab; ein Unterschied, der die Hauptfunction des Ausdrucks für die Curven $c'b$, $c'b$ liefert. Es muß also in dem Gefäße mit der kleinen Temperatur die Wärme von der oberen Schicht eben so schnell herunter steigen, als im Gefäße der größern Temperatur, wenn die Curve die oberste Schicht erreicht haben wird. Noch mehr, wenn das geschehen seyn wird; müssen immer gleiche Anteile Wärme in verschiedenen Zeiten abgesetzt werden, weil nun alle Schichten wirken; welches die Erfahrungen des Grafen Rumford bestätigen, vermöge deren er diese Gleichförmigkeit statuiert. Oder gehen wir den umgekehrten Weg, aus diesem Erfahrungssatze aus, so können wir sagen, dass nach einiger

Zeit die Curve *b-c* des grossen Gefäßes sich in die Curve *b-c'* endlich verwandeln muss. Da aber, der Beobachtung zu Folge, die Produkte an Schmelzung, das heißt die Menge der abgesetzten Wärme, gleich sind; so ist es gleich viel, ob man anfänglich nur eine kleine oder eine große Temperatur hatte.

Der Satz also des Grafen Rumford, dass heißes Wasser *nach einiger Zeit*, (das heißt, bis unsre Curve gebildet ist, oder bis alle Wasserschichten in die Mittheilungssphäre kommen,) nicht mehr Eis schmelze, als kaltes, folgt sehr natürlich aus dem Satze der Leitungsfähigkeit des Wassers, und ist also, da diese Erklärung das beobachtete Gesetz der Gleichheit der Schmelzung in verschiedenen Zeiten involvirt, ein Beweis für die Lehre der Leitungsfähigkeit.

Nun wollen wir das ganze Phänomen in der Rumfordischen Hypothese betrachten, und zwar zu Anfang über alle Schwierigkeiten weghüpfen, so sehr ich gezeigt habe, dass es ein gewaltiger Sprung ist. Wir wollen annehmen, die Zeit sey da, dass die Schmelzungen regulär sind. Nach der Vorstellungsart des Grafen Rumford findet im untersten Theile des Wassers zwischen 32° F. und 40° F. eine beständige Strömung der Wasserschichten statt. Aber wie soll sie statt finden? Das eiskalte Wasser wollen wir allenfalls bis zur Schicht, die etwa 41° hat, herauf kommen lassen. Ist sie da, so muss sie vermöge ihres Gewichts da bleiben. Wie geht denn der Durchgang der Wär-

me vor sich? Wie erhält sie die nöthige Wärme, um specifisch schwerer zu werden, und dann durch ihren Fall diese erlangte Wärme an das Eis abzugeben? Zur Lösung dieses Räthsels finde ich nirgends Aufschluss, geschweige, daß das Gesetz der Nichtleitung die beobachteten Gleichheitsgesetze erklären sollte.

Ich glaube also völlig erwiesen zu haben, daß die durch den Grafen Rumford selbst beobachteten Phänomene sich durchaus nicht aus seiner Hypothese, wohl aber auf eine sehr ungezwungene Art aus dem Satze der Leistungsfähigkeit erklären lassen.

Nach muß ich einiger Versuche erwähnen, welche in diesem Kapitel vorkommen.

Seite 101 findet man folgende Tabelle:

Mittlere Zahl des durch das heiße Wasser geschmolzenen Eises; da das Gefäß ganz in Schnee und Wasser gesetzt wurde	399 $\frac{3}{4}$
Mittlere Zahl der Menge, die in den Versuchen 26 und 27 durch heißes Wasser in 30 Minuten geschmolzen wurde, da das Gefäß in einer Lufttemperatur von 41° stand	456
dito nach den Versuchen 39, 40, 41, da das Gefäß in einer Lufttemperatur von 61° stand	558 $\frac{3}{4}$
dito nach den Versuchen 34 und 35, da das Gefäß über und über mit einer dicken und warmen Hülle vom Baumwolle umgeben war	690 $\frac{1}{4}$

Hier ist freilich die Strömung der Schlüssel zur Erklärung. Im letzten Falle haben wir allein einen reinen Schmelzungsprozeß, (angenommen, die Hülle

habe jede merkliche Erkältung verhütet.) In allen andern entstanden durch die äussere kalte Temperatur Strömungen durch die erkalteten Theile, welche sich senkten. Dadurch wurde die Ordnung der Schichten gestört, und es bildeten sich jeden Augenblick unterhalb neue kalte Schichten, welche im kleinen die nämliche Wirkung thun mussten, als die Schicht von 0,478 der Versuche 25, 26, 27, nämlich Verzögerung des Schmelzungsprozesses. Allein so gern ich mich hier der Strömungen als eines Erfahrungslatzes zur Erklärung bediene, so wenig steht dieses Phänomen mit der Nichtleitung der Flüssigkeiten in Verbindung. Ich möchte nicht, dass man auf den Gedanken komme, dass ich das Phänomen der Strömungen verwerfe, weil ich es in der zweideutigen Gesellschaft einer ungegründeten Hypothese fand. Ich wiederhole es sehr gern, dass sich Graf Rumford um die Physik verdient gemacht hat, als er uns auf dieses Phänomen im Wasser so sehr aufmerksam machte. *)

Noch kommen Seite 105 4 Versuche vor, welche erweisen sollen, dass bei mittlern Temperaturen zwischen heissem und kaltem Wasser die Schmelzung grösser ist, wenn die äussere Lufttemperatur geringer ist. Allein abgerechnet, dass dieser Widerspruch mit fröhern Zahlreihen nicht das mindeste für die Rumfordische Hypothese beweist, so sieht man es gleich den Resultaten an,

*) Man vergl. oben S. 269, Anm. d. H.

dass diese Versuche mit weniger Sorgfalt ange stellt sind, als ihre Vorgänger.

Das zweite Kapitel schliesst sich mit einer sehr summarischen Uebersicht des Ganzen; da sie aber nichts neues enthält, so glaube ich auch hier schließen zu dürfen:

Hiermit habe ich bei weitem den schwersten Theil meiner Arbeit vollendet. Die folgenden Kapitel werden leichtere Untersuchungen veranlassen.

Das dritte Kapitel, [Annalen, I, 436,] enthält lauter Anwendungen der Rumfordischen Hypothese auf Naturgegenstände, besonders in Hinsicht auf Endursachen betrachtet. Da der Zweck meiner Abhandlung blos die Prüfung der Hypothese ist, so glaube ich dieses ganze Kapitel füglich übergehen zu können, um so mehr, da der Herr Verfasser hier den strengen physikalischen Gang nicht wandelt, den er in den vorher gehenden Kapiteln ging. Habe ich bewiesen, dass die Hypothese der Nichtleitung der Flüssigkeit nicht haltbar ist, dass vielmehr die Lehre der Leitungsfähigkeit in einem genauen und leicht fasslichen Zusammenhange mit den Versuchen steht, so könnte es für die Lehre der Nichtleitungs- und wider die Lehre der Leitungsfähigkeit nichts beweisen, wenn man auch nach der letztern die grossen Naturphänomene nicht ganz befriedigend erklären könnte. So hatte z. B. de Lüc sehr Unrecht, die Unmöglichkeit der Erklärung der meteorologischen Phänomene aus den bishörigen Lehren der neuern Che-

nie als eine Einwendung gegen diese Lehre zu brauchen. Denn als meine Entdeckung von der luftförmigen Auflösung des Wassers in Sauerstoffgas den Schleier wegzog, welcher noch damals über der Meteorologie lag, so zeigte es sich, daß die neuere Chemie, anstatt dadurch erschüttert zu werden, vielmehr neue Bestätigungen erhielt. Ich gestehe, daß ich die vielen Phänomene, welche Graf Rumford zum Gegenstande dieses dritten Kapitels nimmt, noch nicht in Beziehung auf das Leistungsvermögen und die Gesetze der Leitung betrachtet habe; eine Arbeit, die wahrscheinlich nicht in einem so kurzen Kapitel sich wird abmachen lassen. Aber das Beispiel der Erkältung der Pflanzen, welches ich zufällig in dieser Abhandlung vornahm, giebt wenigstens die Hoffnung, daß die Rumfordische Hypothese nicht brauchbarer als die alte Lehre seyn wird.

Nun komme ich zum zweiten Theile des *Essay VII* des Grafen Rumford, [Annalen, II, 249.] Im ersten Kapitel kommt gleich ein Hauptversuch, der 55ste, vor, von welchem der Verfasser zum Beweise seiner Hypothese sehr vieles hofft. Ich will seine eignen Worte wiederholen, um den Leser zu überzeugen, daß ich so treu als möglich referire.

„Auf dem Boden eines langen cylindrischen, $4\frac{1}{2}$ Zoll weiten Glases war eine Eisscheibe von 3 Zoll Dicke angefroren, in deren Mitte eine, einen halben Zoll hohe Spitze oder Warze hervor ragte. Das Glas, das in einer irdenen Schüssel stand und von aussen bis 1 Zoll

über der Höhe der Eisscheibe mit einer Mischung aus zerstossenem Eise und Wasser umgeben war, wurde nahe am Fenster auf einen Tisch gestellt; in einer Stube, deren Luft die Temperatur von 31° F. besaß, und nun wurde von feinem Olivenöhl, das man vorher bis zu 32° F. abgekühlt hatte, so viel in das Glas gegossen, bis es 3 Zoll hoch über der Oberfläche des Eises stand.

Darauf wurde ein in kochendem Wasser bis zur Temperatur von 210° erwärmter massiver Cylinder aus Schmiedeeisen, der 12 Zoll lang und $\frac{1}{2}$ Zoll dick war, und sich vermittelst eines Hakens senkrecht aufhängen ließ, schnell in eine an ihn anpassende Scheide von Papier geschoben; diese war nach oben und unten zu offen und ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll länger als der Cylinder, dem sie zur Erhaltung der Wärme als eine Bekleidung diente. Der Cylinder wurde darauf an einem Drahte, der von der Decke der Stube herab hing, gerade über der Mitte des Glases aufgehängt und nach und nach sehr langsam in das Oehl so weit herab gelassen, bis daß der Mittelpunkt seiner glatten Grundfläche nur in einer Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zoll, senkrecht über der conischen Eis spitze schwebte; die papiere Scheide reichte noch um $\frac{1}{2}$ Zoll tiefer hinab. Da das Oehl sehr durchsichtig war und das Glas in einem günstigen Lichte stand, so konnte die conische Eis spitze sehr deutlich gesehen werden, selbst da noch, als der heiße Cylinder in das Glas herab gelassen war. Hätte sich irgend ein Theil der Wärme herabwärts durch die dünne Lage des flüssigen Oehls verbreitet, die sich zwischen der heißen Grundfläche des Eisens und der Eis spitze befand, so müßte ohne allen Zweifel diese Wärme durch die Schmelzung des Eises sichtbar werden; die sich sicher durch die Verminderung der Höhe, oder durch eine Veränderung der Gestalt der Eis spitze offenbart hätte. Dies war aber nicht der Fall; die Eis spitze wurde durch

das heiße benachbarte Eisen nicht im geringsten vermindert, noch ihre Gestalt verändert. Uebrigens war, was sich meine Leser ohnehin denken werden, bei dem sachten Herablassen des Cylinders in das Glas die grösste Sorgfalt angewendet worden, das Oehl nicht in schwankende Bewegung zu bringen; eben so waren auch Vorkehrungen getroffen, wodurch der Cylinder in seiner gehörigen Stellung fest und bewegungslos gehalten wurde. — Da, nach meiner Meinung, gegen diesen Versuch sich nichts einwenden lässt, und das Resultat ganz unzweideutig und entscheidend ist, so — “

Diese letzte Behauptung macht es mir zur Pflicht, diesen Versuch sehr nahe zu beleuchten, noch mehr aber der wirkliche Anschein einer Evidenz, den er giebt. Aber, um allem Streite vorzubeugen, werde ich anfangs bloß im Sinne und mit den von dem Herrn Verfasser anerkannten Sätzen räsonniren.

Ich bemerke vorerst, dass die Zeit, während welcher der eiserne Cylinder in Oehl gesenkt war, nicht angegeben ist. Dieser Umstand ist nicht gleichgültig, weil, wie man es aus einigen Versuchen sehen wird, die Zeit grosse Unterschiede in den gleichen Phänomenen erzeugt. Ferner, der Überzug von Papier über dem Cylinder konnte die Strömung im Oehle um die Eis spitze herum nicht ganz verhindern, wenn Veranlassung dazu da war, theils weil er nicht vollkommen an den Cylinder anschliesse konne, theils weil er nicht so tief reichte, als die Eis spitze. Um diese Bedingung zu erfüllen, hätte er bis fast auf den obern Theil der Eisfläche reichen müssen, ohne sie zu berühren,

und billig hätte Graf Rumford dieser Forderung Genüge leisten, und sich lieber weniger um die Durchsichtigkeit bekümmern sollen, indem man auf jeden Fall die Schmelzung nachher hätte beobachten können, wie es beim Quecksilber der Fall war. Dann konnte eine Glasröhre an die Stelle der papiernen Hülle genommen werden. Die Größe des eisernen Cylinders ist in diesem Versuche gleichgültig; folglich konnte sie dem Caliber einer Glasröhre angepasst werden. Ist aber zu befürchten, dass diese Röhre, indem sie durch die Stangen erwärmt wurde, innere Strömungen erzeugte, welches ich übrigens der bekannten schwachen Leistungsfähigkeit des Glases wegen nicht glauben kann, so musste jede Hülle wegbleiben. Denn ist die papierne tief genug gesenkt, um die Strömungen, welche der ganze Cylinder erzeugt, zu verhindern, so reicht sie auch tief genug, um selbst welche zu erzeugen.

Wir wollen nun sehen, welche Wirkungen in Hinsicht der Strömung das Einfenken des Cylinders überhaupt in der Oehlmasse erzeugen müsse. Zuerst wollen wir bestimmen, wie tief der Cylinder darin steckt. Das Olivenöhl ist 3" hoch über die Eisfläche aufgegossen. Die Eisspitze ist $\frac{1}{2}^{\prime\prime}$ hoch, und der Cylinder reicht bis $\frac{3}{8}^{\prime\prime}$ von der Spitze; folglich beträgt die Höhe der Oehlschicht, ehe der Cylinder eingetaucht wird, von einem Punkte $\frac{2}{10}^{\prime\prime}$ über der Eisspitze an gerechnet, 2,3 Zoll. Setzen wir diese Höhe a , ferner die Tiefe, um wel-

che der Cylinder in das Olivenöhl eingetaucht ist, x , den Halbmesser des Gefüses R , und den des Cylinders r ; so muss $\pi R^2 x - \pi r^2 x = \pi R^2 a$ seyn.

Daraus ergiebt sich $x = \frac{R^2 a}{R^2 - r^2}$, und da $R = 2\frac{1}{2}$, $r = \frac{1}{2}$, $a = 2,3$ Zoll ist, $x = 2,474$ Zoll. Sollte nun diese namhafte Tiefe, um welche der vielleicht 200° F. warme Cylinder in Öhl getaucht wird, keine Strömungen erzeugen? — Allerdings, und wenn man ihren Gang verfolgt, so findet man, dass die unter dem Cylinder und um denselben erwärmt Oehlschichten nothwendig in die Höhe steigen und durch kältere ersetzt werden müssen; auch angenommen, dass die nächste $1\frac{1}{2}$ " hohe Schicht unter dem Cylinder durch die Papierhülle von dieser Bewegung ausgeschlossen sey. Die nächsten darunter, welche die Eis spitze berührten, find es gewiss nicht; ja, ich möchte sogar behaupten, dass die conische Form der Eis spitze dazu beiträgt, auch noch die innerhalb der Papierhülle liegende horizontale Schicht mit in diese Bewegung zu ziehen. Es findet sich also durch diese Strömung gerade die Eis spitze beständig von eiskalten Oehlschichten umgeben.

Ferner bedenke man, in welchem Verhältnisse die in Oehl tauchende Eisenmasse gegen die Oehlmasse stehe. Dieses Verhältniss ist $0,936 : 15,87$, also beinahe wie $1 : 17$. Nun erwäge man ferner, dass, wenn eine merkliche Schmelzung Statt finden soll, mehrere Grade Wärme in der schmelzenden Flüss-

figkeit erforderlich sind; welches daraus besonders erheilt, daß Graf Rumford im folgenden Versuche mit Quecksilber durch Auflegung seines gewiss 80° F. warmen Fingers nach Abzug der Erkaltung im Quecksilber, doch nur eine kaum bemerkbare Schmelzung erzeugte.

Endlich erwäge man die Umstände, unter welchen diese grosse Oehlmasse erwärmt werden sollte. Sie stand erstens auf einer Eisfläche, und war 1" hoch von Eisstücken und eiskaltem Wasser umgeben, welche letztere alle Wärme, die sich nach unten begeben wollte, verhindern müste, und zwar nicht nur in der gewöhnlichen Lehre der Wärmeleitungsfähigkeit, sondern auch, und besonders, durch die Strömung. — Zweitens, woher kam die Wärme, welche ins Oehl treten sollte? Aus dem Stücke des eisernen Cylinders, das ins Oehl tauchte. Aber der ganze obere Theil, $9\frac{1}{2}$ " lang, war feucht, und stand in einem weiten Cylinder, in welchem eine beträchtliche Luftströmung statt haben mußte. Diese und die Ausdunstung des nassen Eisens, (welche durch die papierne Hülle nicht verhindert werden konnte,) erkälteten die obren Theile, die nicht das Oehl berührten, beträchtlich. War nun diese Erkältung grösser, als die durch die Berührungen des Oehls, so konnte das Oehl nur sehr wenig erwärmt werden, und es lässt sich sogar denken, ohne eine absolute Leitungsunfähigkeit des Oehls voraus zu setzen, dass diese Flüssigkeit beinahe gar nicht erwärmt worden wäre, wenn man nur die Erkältung durch die Ausdunstung und die

Air currents, (and here I count not the convection, to be entirely in the Rumfordian sense,) would be very much greater than that through the ear, if the iron were one of the best conductors; so that, if the cooling in the upper layers were greater, the heat must spread more, especially according to the Rumfordian theory.

These considerations, I hope, will suffice to prove that this experiment, upon which Graf Rumford bases so much, can give no proof of his hypothesis. If I were to argue in favor of the non-conduction of heat at the melting point of ice, I could say, that the rapid conduction of heat through the narrow layer between the iron cylinder and the ice, was due to the fluidity of the surrounding air, which conducted the heat rapidly, so that the bad conductor of heat, ice, received nothing from it. What could be said against this? — That I have not yet proved the conductivity of air? But then I restrain myself from such reasoning, until I have made direct experiments, beyond all doubt.

*) That in this and the following experiment of the Count Rumford, heat passes through the ear and mercury downwards.

Der 56ste Versuch ist eine buchstäbliche Wiederholung des vorher gehenden, nur dass hier Quecksilber anstatt Oehls gebraucht wurde. Und so gilt davon alles, was ich über den vorher gehenden gesagt habe. Ich könnte noch bemerken, dass die Nichterscheinung des Wassers auf der Oberfläche des Quecksilbers eben noch kein sonderlicher Beweis für das Nichtdaseyn desselben sey, indem das Quecksilber bekanntlich kleinere Theile Wasser enthalten oder fallen kann, ohne dass sie sogleich an die Oberfläche steigen. Doch, — ich fürchte, am Ende in zu kleine Details zu fallen. Das Vorhergehende ist zur Entkräftung der aus diesen Versuchen gezogenen Beweise hinlänglich.

Die Anwendungen, welche Graf Rumford von seiner Hypothese auf einige Naturphänomene und deren Erklärung macht, als: auf das Warmhalten der Thierhaare, der Federn der Vögel, des Schnees, übergehe ich für jetzt, da ich im zweiten Abschnitte dieser Abhandlung das Nöthige hierüber sagen werde, und wende mich zu dem wichtigen Punkte der *chemischen Verwandtschaften*, auf welche

haben vermittelst feiner Thermometer Thomson, (*Annalen*, XIV, 137 f.,) und besonders Murray, (*daf.*, 158 f.,) dargethan, welcher den Versuch in Gefässen aus Eis wiederholt, um alle Unzuverlässigkeit wegen der Wärmeleitung in den Wänden des Gefäßes zu entfernen.

d. H.

che der Graf seine Hypothese gleichfalls ausdehnt, und über die er den Lehrsatz aufstellt, es gebe keine solchen Affinitäten, sondern alle dahin gehörnde Phänomene seyen aus dem Phänomene der Strömung mechanisch zu erklären. Ich habe wahrlich oft genug gezeigt, dass ich Freund der atomistischen und mechanischen Vorstellungsarten bin, um dem Vorwurfe nicht ausgesetzt zu seyn, dass, wenn ich chemische Verwandtschaften statuire, ich es aus Liebhaberei für dynamische Hypothesen thue; es geschieht, weil ich glaube, dass die Gravitation, auf welche am Ende R. Hypothese alle Phänomene der Verwandtschaft reduciren würde, zur Erklärung durchaus nicht hinreicht. Zur Begründung dieses gigantischen Wagestückks giebt uns Graf Rumford einen Versuch, (Versuch 57,) und erwartet es ruhig, dass die Naturforscher ihm auf dieser schwachen Stütze in jenes Meer von bekannten und verborgenen Klippen folgen werden. „Wenn man,“ sagt er, „Salzwasser unter gemeinses etwas gefärbtes Wasser behutsam gebracht hat, so dass keine Strömungen entstehen, so bleiben die beiden Wasser mehrere Tage lang, ohne sich zu mischen, wenn in der ganzen Zeit keine Temperaturänderung vorgegangen ist, obſchon, wie bekannt, sie die so genannte chemische Verwandtschaft äußern sollten.“ Beim Anblicke dieses Versuches lässt man dem grossen Scharfunne des Autors in Erfindung interessanter Versuche volle Gerechtigkeit widerfahren. Aber ich muss nicht minder

das Unglück bedauern, dass gerade diese schönen Versuche Veranlassung zu einer Widerlegung seiner Hypothese geben. Enthält denn der vorliegende Versuch den Beweis, dass zwischen den Flüssigkeiten keine Mischung vorgegangen sey? Lässt es sich nicht denken, dass das Salz in die obere Wasserschicht gestiegen wäre, ohne dass ihr Färbstoff herab gekommen? Dieses muss durch Versuche abgemacht werden. Da ich aber diesen Abschnitt der Beleuchtung der Rumfordischen Versuche und Schlüsse ausschliesslich gewidmet, hingegen meine eignen Versuche auf den folgenden aufgespart habe, so muss ich hier davon abbrechen; und auf den zweiten Abschnitt verweisen.

Ich übergehe das *zweite Kapitel* dieses Theils des Rumfordischen *Essays*, weil es nichts als Folgerungen aus den vorher gehenden enthält, wenigstens nichts, das für oder wider die Haupthypothese etwas beweiset.

Ich kann gleichfalls das *dritte Kapitel*, welches sehr schöne Bemerkungen über die bemerkbare und unbemerkbare Wärme enthält, übergehen, (obwohl ich allerdings noch nicht, weder in der Sache selbst, noch in der Vorstellungsart, mit dem Herrn Verfasser völlig einverstanden bin;) auch dieses enthält keine neuen Beweise für die Haupthypothese. Ich kann aber dennoch eine Bemerkung nicht unterdrücken, nämlich, dass Graf Rumford durch den allerdings wahren Satz, dass in gewissen Substanzen zuweilen Grade von freier

Wärme vorhanden sind, die aufs Thermometer nicht wirken, verleitet worden ist, eine neue Erklärung nach der alten Art von den Phänomenen der *Ausdunstung des Eises* zu geben, welche von jenem Satze hergenommen ist. Um die Unzulänglichkeit dieser Erklärung einzusehen, darf man nur auf die Grundbedingung des angeführten Satzes, nämlich, dass diese thätige Wärme nur in den Fällen fürs Thermometer unempfindbar ist, wenn die Masse der Körper, in welchen sie entwickelt wird, gegen die des Thermometers beinahe unendlich klein ist, oder vielmehr, wenn die geringe Quantität der, wenn auch sehr intensiven, Wärme, die Temperatur der Masse des Thermometers um keine beträchtliche Grösse zu erhöhen vermag. So ist es begreiflich, dass die Glühehitze eines sehr kleinen Glaskugelchens die Temperatur einer Quecksilberkugel von $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll Durchmesser nur um sehr wenig erhöhen kann. — Allein findet hier; bei der Ausdunstung des Eises, dieser Fall statt? können wir sagen, dass die Temperaturerhöhung, welche zur Verwendung einer namhaften Menge festen Wassers in den luftförmigen Zustand erforderlich wäre, wenn diese Formänderung einer freien Wärme unmittelbar zuzuschreiben wäre, fürs Thermometer unfühlbar blieb, da doch die Temperaturerniedrigung, welche durch die Ausdunstung erzeugt wird, fürs Thermometer fühlbar ist? Ich läugne also geradezu, dass die Ausdunstung des Eises durch den freien Wärmestoff geschehe, son-

U 2

dern, wie ich es in meiner *Theorie der Ausdunstung und des Niederschlags des Wassers in atmosphärischer Luft* erwiesen habe, eine bloße Verbindung des Sauerstoffs der Luft mit dem Wasser ist, wodurch dieses in den gasförmigen Zustand übergeht. Wenn das Eis durch den freien Wärmestoff ausdunstete, warum sieht man nie Dunst oder Dampf über dem Eise, so lange es friert? Wie kommt es, dass dieser aktive Wärmestoff, der dennoch fürs Thermometer unempfindbar ist, keinen Dampf, sondern Gas erzeugt, da man doch weiß, dass die höchsten Grade der Glühehitze das reine Wasser nie in Gas verwandeln konnten. Die Verwandlung des festen oder flüssigen Wassers in Gas hat also nicht den freien Wärmestoff des umgebenden Mittels, noch den feinigen, auch nicht den freien Lichtstoff, sondern den latenten Wärmestoff des Sauerstoffgas zur Ursache. *) Dieses sey nur im Vorbeigehen ge-

*) Es ist vielleicht nicht ganz am unrechten Orte, hier einer Einwendung zu begegnen, welche man aus der Vergleichung meiner Theorie der Ausdunstung mit meinem Lehrsätze von den Bedingungen der Acidation ziehen könnte. In der ersten habe ich nämlich erwiesen, dass das Oxygengas Wasser auflöst, und zwar unter jeder Temperatur. Ist nun das Wasser in fester Gestalt, so könnte man mich fragen, warum hier keine Säure entstehe, da doch die Bedingung zur Acidation vorhanden sey. Darauf antworte ich, dass das Wasser eigentlich kein oxydirbarer, sondern ein oxydirter Stoff sey; dass, obschon es einer grössern Oxydation fä-

sagt, um zu zeigen, dass ich allen Theilen der Rumfordischen Abhandlung alle mögliche Aufmerksamkeit gewidmet habe.

hig sey, wie meine Entdeckungen im Galvanismus zeigen, dennoch jede Ueberoxydation nur eine lockere Verbindung sey, etwa wie die Ueberacidation der Salzsäure; dass das Wasser sich wirklich als schon oxydiert und nicht als oxydirbare Substanz hier zeige, folge daraus schon, dass keine Zersetzung derselben in dem Prozesse der Ausdunstung voraus vorgehe, wie es immer der Fall in andern Prozessen ist, wo eine wahre Oxydation oder Acidation geschieht. Nur in so fern nehme ich die in der Theorie der Ausdunstung aufgestellte Behauptung, zu welcher ich durch Analogieen verleitet wurde, zurück, dass die hier in der Ausdunstung vorgehende Operation eine Oxydation des Wassers sey. Es ist eine bloße Gazification. Und dass diese durch den latenten Wärmetstoff des Oxygengas geschieht, das deutet wiederum darauf, dass das Wasser hier nicht als oxydirbare Substanz wirkt, da ich in meiner Theorie der Wasserzersetzung durch die Galvani'sche Electrität es höchst wahrscheinlich gemacht habe, dass der expandirende imponderable Stoff für die oxydirbare Substanz nicht der latente Wärmetstoff, sondern der latente Lichtstoff sey; eine Meinung, die meine letzten Entdeckungen über den Phosphor sehr unterstützen. Indes läugne ich nicht, dass diejenige Verbindung des Oxygengas mit Wasser, wodurch letzteres die Gasform erhält, vielleicht ein Anfang von Acidation ist, und daraus lässt sich dann die grosse Leichtigkeit erklären, wo

Das vierte Kapitel, (*Annalen*, II, 278 f.) ist an hierher gehörigen Versuchen leider sehr reichhaltig. So leicht ihre Widerlegung ist, so ist es doch Pflicht, sie einzeln durchzugehen.

Im ersten wird ein 6¹¹ langer Thermometercylinder, der mit einer Thermometerröhre mit Scale versehen ist, bei einer mittlern Lufttemperatur zum Theil in Eis gesetzt, und hier zeigte er dass nur ein Theil des enthaltenen Quecksilbers den Frierpunkt des Wassers erreichte. Allein dieser Versuch ist unzulänglich, weil die Dauer desselben nicht angegeben ist, auch nicht, ob der Stand des Quecksilbers in der obern Röhre beständig derselbe geblieben fey, so lange die atmosphärische Luft gleiche Temperatur hatte. Dieses musste schlechterdings seyn, wenn der Versuch einige Beweiskraft für die Nichtleitung haben sollte. Und auch dann wäre der Beweis nicht einmahl vollständig.

Den zweiten Versuch, durch welchen Graf Rumford Wasser über Eis in einer 45° geneigten

mit Metalle in feuchter Luft rosten. Hier eröffnet sich ein neues Feld von interessanten Versuchen und Forschungen, welche vielleicht uns die Ursache aufschliessen werden, w^rum Wasser bei allen Verbindungen des Oxygens mit den verwandten Grundlagen gegenwärtig seyn müsse; ein Phänomen, das zwar schon lange bekannt ist, dessen Ursache aber ein Gegenstand der Untersuchung wurde. Gewiss ist es, dass man mit Wasserzersetzungsprozessen, womit man, seit die franz. Chemie die herrschende wurde, so freigebig ist, nicht ausreichen wird. *Parrot.*

Röhre an einem Lichte zum Sieden brachte, und das zwar unmittelbar über der Eisfläche, würde ich gar nicht verstehen, wenn ich des Grafen Hypothese annehme. Auch mit der entgegen gesetzten verstehe ich nicht viel davon. Denn wo bleibt die Wirkung der Strömungen, des sonst so sehr gebrauchten *Deus ex machina*. Auf jeden Fall scheinen mir wesentliche Umstände in der Beschreibung des Versuchs zu mangeln.

Dass eine glühende Kugel nicht so viel Hitze durch Luft und Wasser schicken konnte, um ein darunter liegendes Thermometer stark zu afficiren, da hingegen das Thermometer in bloßer Luft stark davon afficirt wurde, werde ich im zweiten Abschnitte erklären. Hier ist kein Beweis für die Rumfordische Hypothese.

Der folgende Versuch des Grafen scheint mir ein vollständiger Beweis wider seine Theorie zu seyn. Eine $1\frac{1}{2}$ zöllige glühende Kugel schmilzt hier in einer horizontalen Eisscheibe und in einer Entfernung von $\frac{1}{16}$ Zoll, in das Eis ein Becken von $2''$ bis $3''$ Durchmesser. Wenn nun die Luft kein Leiter wäre, das heisst, die Wärme nicht durchliesse, wie entstünde die Schmelzung im Eise? Hat Graf Rumford die Nichtschmelzung in den früheren Versuchen als Beweis von der Nichtleitfähigkeit des Wassers benutzt, so kann ich mit weit mehrerm Rechte die hier erfolgte Schmelzung als einen Beweis für die Leitfähigkeit der Luft anführen.

Dass im folgenden Versuche, wo das am Talge geschah, was oben am Eise geschehen war, eine Erhöhung von festem Talge in dem Becken voll flüssigen Talgs stehen blieb, weiss ich nicht befriedigend zu erklären, weil dieses Phänomen ganz gewiss von einem nicht angeführten, vielleicht gar nicht beobachteten Umstände herrührt. Diese Erscheinung ist wahrscheinlich nur zufällig und röhrt nicht von der Nichtleitungsfähigkeit des Talgs her, welches der Graf Rumford behauptet, ohne es zu erklären, und ohne zu erwägen, dass, wenn das Phänomen aus einem so allgemeinen Naturgesetze folgte, es auch beim geschmolzenen Eise hätte Statt haben müssen.

Ich übergehe Versuch 54 und 55, weil sie in keinem Zusammenhange mit meinem Hauptgesichtspunkte stehen. — Versuch 56 beweiset wieder das Gegentheil der Rumfordischen Meinung. Als eine in ein Weinglas dicht über gefroernes Oehl gehaltene roth glühende Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser einen Theil des festen Oehls geschmolzt hatte, fand es sich, dass nach der Schmelzung die Eisoberfläche ziemlich eben war; daraus schliesst Graf Rumford, dass diese Schmelzung lediglich der Erhitzung des Glases zuzuschreiben war. Ich will nicht alle Unwahrrscheinlichkeiten, die in diesem der Wärme vorgeschriebenen Wege enthalten sind, erwähnen, besonders, da ich über das Leistungsvermögen des Glases etwas bestimmtes zu sagen Gelegenheit haben werde, sondern nur

auf den Umstand aufmerksam machen, dass, wenn die Schmelzung vom Glase, und zwar bloß vom Glase herrührte; sie an den Rändern, (in allen möglichen Hypothesen,) grösser, mithin die Eisfläche dort tiefer als in der Mitte ausgehöhlt seyn müsste.

So weit der *siebente Essay* über die Fortpflanzung der Wärme in den Flüssigkeiten. In dem *achten Essay*, [Annalen, V; 288 f.,] geht der Herr Verfasser zur Prüfung anderer Substanzen in Betracht ihrer Wärmeleitfähigkeit über. Das erste Kapitel betrifft noch immer Flüssigkeiten, besonders atmosphärische Luft von verschiedener Dichtigkeit und Trockenheit, und dann die Torricellische Leere. Es lässt noch ein tiefes Dunkel über diese Materie übrig. Der Herr Verfasser z. B. glaubt aus seinen Versuchen schliessen zu müssen, dass die atmosphärische Luft ein schlechterer Wärmeleiter sey, als die Leere. Allein drei Versuche, (20, 21, 22, Seite 296,) zeigen wenigstens, dass wir die Resultate der vorhergehenden noch nicht verstehen, in denen, (im Falle, die Luft hinderte den Durchgang der Wärme,) nothwendig beträchtliche Unterschiede in diesen Hindernissen beobachtet worden seyn müssten, welche nach irgend einem Gesetze von der Dichtigkeit abhängen, das aber in den 3 erwähnten Versuchen, wo die Dichtigkeiten sehr verschieden waren, nicht beobachtet wurde. Ferner schreibt Graf Rumford der feuchten Luft eine grössere Leitfähigkeit als der trockenen

zu, worin ihm die Versuche Pictet's geradezu widersprechen.

Im zweiten Kapitel dieses Essays liefert Gr. Rumford eine Reihe von sehr interessanter und genauem Versuchen über die Verminderung der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeiten durch die Beimischung fremder Stoffe. Diese Versuche und das dazu erfundene Passagethermometer sollten billig in unsre Vorlesungen übergehen, weil sie viele Phänomene direct erklären, welche sonst nur analogisch sich erklären liessen. Aber auch hier bin ich nicht ganz mit dem scharfsinnigen Erfinder einerlei Meinung. Er schreibt die Verzögerung in der Mittheilung der Wärme durch diese Substanzen bloß dem Hindernisse zu, welches sie der innern Bewegung der Flüssigkeit entgegen stellen. Dass dieses allerdings eine Ursache mit zu dem Phänomene sey, ist wohl unläugbar, da es gewiss ist, dass die innern Strömungen der Flüssigkeiten die Vertheilung der Wärme in den Fällen sehr befördert. Allein es ist nicht die einzige Art, wie diese heterogenen Körperchen wirken; im zweiten Abschnitte dieses Aufsatzen werde ich die andern anzeigen.

Aus dieser Prüfung der Rumfordischen Hypothese, und der Versuche und Schlussfolgen, worauf sie sich gründen soll, folgt, dass die Art von Mittheilung der Wärme in den Flüssigkeiten, welche sie als die einzige angiebt, allerdings Statt finde, und in vielen

Fällen den beträchtlichsten Anteil an den Phänomenen der Wärmeleitung habe, [vergl. S. 269,] aber auch, dass sie nicht die einzige mögliche sey, und ich glaube allerwenigstens erwiesen zu haben, dass alle Bemühungen des Grafen Rumford nicht hinreichen, um zu beweisen, dass die Flüssigkeiten, wenn keine Bewegung ihrer Theile Statt findet, die Wärme nicht fortleiten können. Dabei glaube ich, dass es nicht unzweckmässig ist, zu erinnern, dass alle Beweise des Grafen Rumford nicht zu den directen Beweisen gehören; indem er nie direct erwies, dass keine Fortpflanzung der Wärme durch Flüssigkeiten Statt finde, sondern nur Phänomene beschrieb, die sich aus dem Satze der absoluten Nichtleitung erklären lassen. Da ich aber von ihnen bewiesen habe, dass sie sich alle eben so gut, ja sehr viele noch besser aus dem Satze der absoluten Leitung erklären lassen, so ist der Rumfordische Satz eine bloße Hypothese, und ich nahm vorzüglich auf diese Beweisart des Herrn Grafen Rücksicht, als ich seine Vorstellungsart anfangs eine Hypothese nannte.

Allein ich würde wenig für die Wissenschaft gethan zu haben glauben, wenn ich diese wichtige Materie in diesem Zustande der Zweideutigkeit ließe. Zwar habe ich allerdings mehr gethan, als bloß zu erweisen, dass die Hypothese der absoluten Leitung alles eben so gut erkläre, als die entgegen gesetzte, ich habe auch gleich anfangs gezeigt, dass die Hypothese der absoluten Nichtleitung überhaupt

einen Widerspruch enthalte, und diesen fortlaufenden Widerspruch in vielen der Rumfordischen Verfache selbst aufgedeckt, mithin dadurch, indirect wenigstens, die Wahrheit des Satzes der absoluten Leitung bewiesen. Allein ich gesteh, daß ich die Acten über diesen wichtigen Gegenstand nicht für geschlossen anssehen würde, wenn ich nicht durch *directe Versuche* den Beweis für den Satz der absoluten Leitungsfähigkeit führen könnte. Dieser Beweis nun und die Auffstellung eines neuen wichtigen Satzes in der Lehre der Wärmeleitung sind der Gegenstand des zweiten Abschnitts dieser Abhandlung.

(Diesen im nächsten Stücke.)

II.

Ein seinen Stand aufzeichnendes Thermometer,

von

M. J. C H R I C H T O N. *)

Ich habe dieses Instrument vor kurzem erfunden, und beschreibe es hier auf Ersuchen mehrerer meiner Freunde. Es gründet sich auf die ungleiche Ausdehnbarkeit der verschiedenen Metalle durch Wärme. Das ganze Instrument ist ungefähr 13 Zoll lang. Fig. 1, Taf. IV, stellt es von vorn, Fig. 2 von der Seite gesehen vor; einerlei Buchstabe bedeutet in beiden Figuren dasselbe.

A ist eine 8 Zoll lange, 1 Zoll breite und $\frac{1}{4}$ Zoll dicke, aus Eisen und Zink zusammen gesetzte parallelepipedische Stange. Die eine Seite derselben *BC* ist Eisen, die andere *DE* Zink. Das untere Ende derselben *I* ist auf dem Breite von Mahagoniholz *abcd* unbeweglich befestigt. Wird die Stange erwärmt, so biegt sie sich, weil der Zink ausdehnbarer durch Wärme als das Eisen ist, an ihrem oberen Ende nach *B*, d. i., nach der Seite des Eisens hin. An diesem ihrem oberen Ende hat sie einen kleinen Zapfen *F*, welcher in den Schlitz *L* am

*) Aus Tilloch's *Philos. Magazine*, 1803, Mars; und van Mons *Journ. de Chim. et de Phys.*, t. 5, p. 32. d. H.

untern Ende des Zeigers *LM*, der hier gabelförmig gestaltet ist, hinein passt. Die Achse *G* des Zeigers ist nahe bei diesem Schlitze, so dass bei kleinen Bewegungen des Zapfens *F* das andere Ende *M* des Zeigers sehr sichtbare Räume durchläuft. In der Wärme krümmt sich der Stab nach *B*, in der Kälte nach *D*, welshalb die Scale von *a* nach *b* zu graduiren ist.

An den Seiten des Zeigers *LM* befinden sich zwei andere leichte Zeiger, die mit ihm auf denselben Achse *G* stecken. Ein Zahn *H*, an dem Hauptzeiger, schiebt den einen dieser Nebenzeiger vor sich her, wenn sich der Hauptzeiger nach der rechten, den andern, wenn er sich nach der linken Hand dreht. Sie geben folglich an der Scale durch ihren Stand die höchste und die niedrigste Temperatur seit der letzten Beobachtung an.

Um die Scale für dieses Instrument zu graduiren, braucht man nur die Nebenzeiger an den Hauptzeiger zu drehen, und zwei entfernte Temperaturen hervor zu bringen oder abzuwarten. Die Nebenzeiger geben den Ort für diese Temperatur auf der Scale an. Die längste Scale dieser Art von Thermometer, welche ich bis jetzt gemacht habe, ging von -10° bis $+100^{\circ}$ F. Die Angaben des Instruments sind sehr genau.

Der obere Theil des Scalenbretes wird mit einer Glashür bedeckt, wozu man bei *N* und *O* die Charniere sieht.

III.

*Ein anderes sainen Gang aufzeichnendes
Thermometer,*

von

ALEX. KELTH, Esq., F. R. S. und F. E. S. (*)

Unsre Thermometer sind für den meteorologischen Gebrauch darin mangelhaft, dass wir an ihnen blos die Temperatur, wie sie bei den Beobachtungen, und nicht auch, wie sie in den Zwischenzeiten ist, wahrnehmen, und mir ist noch keine Vorrichtung bekannt, welche diesem Mangel abhülfe, obschon Robert Hook sich vorgesetzt hatte, ein solches Thermometer zu erdenken.

Das von James Six erfundene, und in den *Philosoph. Transactions*, Vol. 72, beschriebene Thermometer zeigt zwar den höchsten und den niedrigsten Stand des Instruments zwischen je zwei Beobachtungen, aber auch nur diese. Das wird durch zwei kleine Stücke schwarzen Glases bewirkt, deren jedes auf einer verschiedeñen Quecksilberfläche in zwei hermetisch verschlossenen Gläsröhren schwimmt; sie schwimmen mit auf, wenn das Quecksilber in ihrer Röhre steigt, und bleiben,

*) Zusammen gezogen aus den *Transact. of the Roy. Soc. of Edinburgh*, Vol. 4, und *Nicholson's Journal*, 1800, 4., Vol. 3, p. 266. d. H.

wenn das Quecksilber wieder sinkt, vermittelst einer Art von Springfeder aus Glas, am Glase hängen. Sie enthalten im ihrem Innern ein kleines Stückchen Stahldraht, und lassen sich daher nach der Beobachtung, von außen, durch einen Magnet, bis zur Quecksilberfläche herab ziehen. So scharfsinnig diese Vorrichtung auch ist, so erfordert sie doch zu viel Genauigkeit in der Ausführung, als dass sie zum gemeinen Gebrauche kommen könnte; auch zeigt sie nur die beiden äussersten Temperaturen, nicht den ganzen Gang des Thermometers, zwischen zwei Beobachtungen.*) — Dasselbe ist der Fall bei dem vom Dr. Rutherford aus Ballilisch angegebenen, und im dritten Bande der Edinburger *Transactions* beschriebenen Thermometrographen. **)

Schon vor einigen Jahren war ich auf die Idee gekommen, ein *Luftthermometer* möge zu einem wahren Thermometrographen besonders gegeeignet seyn,

*) Man findet diesen Sixischen Thermometrographen, (nach Lemaistre, nach welchem die beiden Schwimmer bronciertes Eisen und die Springfeder ein Haar ist,) abgebildet und beschrieben in den *Annalen*, II, 287, und dabei einige sehr begründete Bedenken gegen die Zuverlässigkeit desselben, 289 f.

d. H.

**) Siehe Voigt's *Magazin*, B. X, St. 3, S. 175, horizontal liegende Weingeistthermometer, worin der Weingeist kleine Conen von Glas und Elfenbein vor sich her schiebt.

d. H.

seyt, voraus gesetzt, dass es vom Einflusse des Luftdrucks befreit, oder diesem das Gegengewicht gehalten werden könne, so dass lediglich die Temperatur der Atmosphäre es afficire. Dann ließe es sich leicht mit einem Uhrwerke verbinden, welches den Gang der Temperatur ununterbrochen verzeichnete. Ich las damahls der Societät die Beschreibung eines solchen Instruments vor. Seitdem habe ich es indess vereinfacht, und folgendes ist die Beschreibung meines jetzigen Thermometrographen, zu welchem ich statt des Luftthermometers ein Weingeistthermometer genommen habe.

AB, (Taf. IV, Fig. 3,) ist eine $\frac{3}{4}$ Zoll dicke und 14 Zoll lange, am oberen Ende zugeschmolzte Röhre aus dünnem Glase. An ihrem untern Ende ist eine andere Röhre angeschmolzt, die sich aufwärts krümmt, und deren aufwärts gebender Schenkel 0,4 Zoll weit, 7 Zoll lang, und oben offen ist. Die erste Röhre ist mit dem stärksten Alkohol, die zweite von *B* bis *E* mit Quecksilber gefüllt; zwei Flüssigkeiten, deren Volumen sich bekanntlich nicht mit dem Luftdrucke ändert. Eine messingene oder hölzerne Scheibe *D*, welche auf der engern Röhre befestigt ist, trägt eine auf die gewöhnliche Art eingetheilte, $6\frac{1}{2}$ Zoll lange Scale *DF* aus Messing oder Elfenbein. Ueber diese lässt sich eine weite, $1\frac{1}{2}$ Zoll lange, oben zugeschmolzte Glasröhre schieben, und vermittelst eines messingenen Ringes, der an ihrem untern Ende

angekittet ist, auf die Scheibe *D* fest drehen; sie schützt den Index vor Wind und Regen, und wird nicht anders abgenommen, als wenn man das Instrument zu einer Beobachtung einrichten will.

E ist ein kleiner conischer Schwimmer aus Glas oder Elfenbein, der auf der Oberfläche des Queck-silbers im kleinern Schenkel ruht, und einen Draht *EH* trägt, welcher an seinem obern Ende unter einem rechten Winkel gebogen ist. Zwischen den beiden Stiften *G* und *K* am Scalenbrete ist ein feiner Stahl-, oder besser Golddraht, längs der Scale gespannt, und auf diesem sitzen zwei Zeiger *L*, *L*, die aus dünner schwarzer gefrnifster Seide gemacht sind, und sich mit einer kleinen Kraft, nicht grösser als 2 Grän, längs des Drahtes verschieben lassen. Das Knie *H* am obern Ende des Drahtes über dem Schwimmer, umgibt ebenfalls diesen Draht und befindet sich zwischen beiden Zeigern. So lange daher der Schwimmer steigt, schiebt er den oberen Zeiger herauf, und so lange er sinkt, schiebt er den untern Zeiger herab. Bei jeder Beobachtung werden beide Zeiger vermittelst eines gebogenen und dazu bestimmten Drahtes genau an das Knie *H* angeschoben. Dann zeigt der obere die höchste, der untere die niedrigste Temperatur, welche seitdem Statt gefunden hat.

Will man den Gang der Wärme von Minute zu Minute haben, so muss man, um ein Uhrwerk mit diesem Thermometer verbinden zu können, der Röh-

re *AB* eine Länge von etwa 40 Zoll, und der kurzen, bei unveränderter Länge, eine grössere Weite gehen. Das Uhrwerk dient, einen senkrecht stehenden Cylinder aus leichtem Holze, der eine Höhe von 7 Zoll und einen Durchmesser von 5 Zoll hat, um seine Achse, und zwar in 31 Tagen oder einem Monate, zu drehen. Um diesen Cylinder legt und befestigt man ein Stück geglättetes oder Velin-Papier, worauf in gleichen Abständen rings um den Cylinder 31 senkrechte Linien gezogen, und die Zwischenräume zwischen je zwei noch in 64 gleiche Theile getheilt sind. Horizontallinien geben auf dem Papiere die Grade des Thermometers, von etwa 0° F. bis 100° F., von 5 zu 5 Graden. Man muss diese Linien für sein Thermometer in Kupfer stechen, und von der Platte eine Menge Abdrücke auf Velin-Papier machen lassen, um alle Monate ein anderes um den Cylinder legen zu können. An der senkrechten Seite des Rahmens, in welchem der Cylinder sich dreht, ist die Fahrenheitische Scale vollständig bezeichnet. Statt des Kniees *H* befindet sich in diesem Falle ein Stückchen Bleistift an dem Drahte des Schwimmers, und ein kleines Gewicht, welches die Spitze des Bleistifts leicht an den Cylinder andrückt. Die Linien, welche der Bleistift auf das Papier zeichnet, geben ein zusammen hängendes Register über den Gang der Temperatur während des ganzen Monats. Auf einem noch 3 Zoll längern Cylinder ließe sich zugleich der Gang

des Barometers auf eine ähnliche Art verzeichnen und so hätte man zugleich einen Barometrographen und Thermometrographen. *)

*) Da im Thermometer sich nicht bloß der Alkohol, sondern auch das Quecksilber, und zwar beide nicht auf einerlei Art, durch Wärme expandiren, so liesse sich ein solches Thermometer höchstens nach einem Richtthermometer graduiren, und es würde Grade von ungleicher Grösse haben. Auf den Gang der Zeiger hätte über dies die Expansion des Drahtes auf dem Schwimmer, durch Wärme, mit Einfluß; auch möchten die kleinen seidenen Zeiger wohl manchmahl in Unordnung kommen: lauter Gründe, warum mir Chrichton's Thermometrographen der Vorzug zu gebühren scheint, auch wenn wir von der Vorrichtung mit dem Uhrwerke absehen, die noch mehr Unzuverlässigkeit in die Angaben bringen dürfte. Uebrigens sind die Fälle wohl nur selten, wo wir nicht völlig damit zufrieden seyn könnten, den höchsten und niedrigsten Thermometerstand in der Zwischenzeit zwischen zwei Beobachtungen an der Scale angegeben zu finden.

d. H.

IV.

BESCHREIBUNG

einer neuen Methode, Stahlstangen durch
den Kreisstrich zu magnetisiren,

von

C. G. S J Ö S T E E N. *)

Herr Sjösteen beschäftigte sich mit diesen Versuchen in den Jahren 1793, 95, 98, 1800, und überzeugte sich von den Vorzügen seiner Methode vor allen übrigen bekannten, indem nach ihr sich mit den wenigsten Strichen den Stahlstangen die grösste magnetische Kraft mittheilen liess. Er hatte 12 Stangen von dem besten, feinsten, englischen Stahle machen lassen, härtete sie, wie man Uhrfedern zu härtet pflegt, und bezeichnete sie auf dem einen Ende mit N. Diese Stahlstangen waren $12\frac{1}{4}$ Zoll lang, $\frac{5}{8}$ Zoll breit und eben so dick. Auch ihr Gewicht wird genau in einer Tabelle angegeben; eben so in einer andern Tabelle die Stärke der magnetischen Kraft, welche sie durch das Streichen angenommen hatten, und die Herr Sjösteen durch das Tragen eiserner Kugeln, Ringe u. s. w. bestimmte. Zum Magnetisiren bediente er

*) Aus den *Vetenskaps Akadem. nya Handlingar*, 1802,
3tes Quartal, p. 191, ausgezogen von Herrn Adj.
Droysen in Greifswalde. d. H.

sich künstlicher Magnete von Knight, $15\frac{1}{2}$ Zoll lang, $\frac{1}{8}$ Zoll breit, und eben so dick.

Zwei solche künstliche Magnete wurden unter einem Winkel von 6° zusammen gebunden, wie das Fig. 2, Taf. III, zeigt, und die zu magnetisirenden Stahlstangen, so wie es Fig. 3 zeigt, auf ein Bref befestigt. Der Südpol der beiden Magnete wurde auf *A* niedergesetzt und so gegen *B* geführt, dass der Nordpol ihm folgte, und auf diese Art wurden die beiden Magnete in verticaler Stellung, ohne abgehoben zu werden, sanft von *A* nach *B*, *C*, *D*, gezogen, und allererst in *A* aufgehoben. Nach einem Striche zeigten die mit *N* bemerkten Enden der Stangen südliche, die andern aber nördliche Polarität.

Um die Polaritäten mit den Buchstaben überein stimmend zu erhalten, ließ nun Herr Sjösteen den Südpol voraus gehen, und es glückte ihm, den Stangen so ihre magnetische Kraft wieder zu nehmen und dann die Pole in ihnen umzukehren. Er nennt diese Methode, wenn der Südpol gegen *B* voran geht, der Nordpol folgt, und die Magnete so über *B*, *C* und *D* nach *A* geführt werden, den *Gegenkreisstrich*, (*contraircircelstrykning*;) die Methode aber, wo der Nordpol nach *B* vorgeführt wird, der Südpol folgt, und so beide nach *B*, *C*, *D* und *A* gehen, ohne abgehoben zu werden, den *Kreisstrich*, (*cirkelstrykning*.) Er bemerkt dabei, dass schon drei Naturforscher vor ihm diele Methode zwar schon angedeutet, aber

nicht bestimmt angegeben haben: nämlich Trullard im *Journal des savans*, *Avril 1761*; Euler, in seinen *Lettres à une Princesse d'Allem.*, Tom. III, p. 153; und Rinman in seiner *Järnets Historia*, (Geschichte des Eisens.)

Die folgenden, mit Weitläufigkeit beschriebenen vergleichenden Versuche zeigen, dass der Kreisstrich wirklich vor den bekannten Methoden den Vorzug verdiene. Er ist wirksamer als Canton's Doppelstrich. Coulomb's Methode der 33 Doppelstriche nach Euler's Art wirkte nicht stärker als 3 bis 4 Kreisstriche; — 57 Doppel- und Horizontalstriche nach Canton's Methode nicht stärker als 16 Kreisstriche; — und endlich thaten 96, 48 und 72 Striche nach Coulomb's Vorschrift so viel als 16, 11 und 32 Kreisstriche, oder, in Mittelzahlen, 72 Striche nach Coulomb's Vorschrift so viel wie 20 Kreisstriche. Zu diesem Vorzuge kommt noch, dass man mit dem Kreisstriche 4 Stangen zugleich in der Zeit magnetisiren kann, welche sonst auf das eine Ende der einen Stange verwendet wird.

Die Erklärung dieser Erscheinung aus der Figur der aufgestreuten Feilspäne und dem angenommenen Ausströmen einer magnetischen Flüssigkeit lasse ich weg; sie scheint mir nicht genügend.

Droyßen.

V.

Ueber
einige prismatische Farbenerscheinungen ohne Prisma, und über die Farbenverstreuung im menschlichen Auge,

von

Dr. MOLLWEIDE,

Lehrer an dem Pädagogio zu Halle;

In einem Auffsatze in Voigt's Magazin, B. 7, S. 52, beschreibt Herr Dr. Nordhof, Arzt zu Melle im Osnabrückischen, einige ohne Prisma wahrzunehmende Farbenerscheinungen, die denen, welche das Prisma giebt, wenn man dadurch dunkle Gegenstände auf hellem, oder helle Gegenstände auf dunklem Grunde betrachtet, völlig analog sind.

Um diese Erscheinungen hervor zu bringen, darf man nur, indem man z. B. die horizontale Sprosse eines ins Freie gehenden Fensters betrachtet, vermittelst eines vor die Stirn gehaltenen dicken undurchsichtigen Papiers, (oder auch mit der bloßen vor die Stirn gelegten Hand,) das Gesichtsfeld von oben herab begrenzen, so dass der helle Zwischenraum zwischen dem Rande des Papiers oder der Hand und dem der Fenstersprosse nur einige Linien breit erscheint. Man wird dann die Sprosse oben

mit einem blauen, unten mit einem gelben Rande umgeben seien, eben so, wie wenn man sic durch ein Prisma, den brechenden Winkel desselben nach unten gekehrt, betrachtet hätte, nur dass die Farben nicht so lebhaft sind; auch wird man nichts von dem rothen und violetten Rande gewahr, den man durchs Prisma noch neben dem gelben und blauen Rande erblickt. Begränzt man das Gesichtsfeld auf die angezeigte Art von unten herauf, so zeigen sich die Ränder umgekehrt, und so, wie durchs Prisma, wenn man den brechenden Winkel nach oben kehrt. Vertical stehende Sprossen durchs Prisma, so dass der brechende Winkel nach der linken Seite gekehrt ist, betrachtet, zeigen Erscheinungen, die denen analog sind, welche durch die Begränzung des Gesichtsfeldes von der Rechten nach der Linken zu entstehen, und dasselbe findet auch bei der umgekehrten Lage des Prisma und der Begränzung des Gesichtsfeldes von der Linken zur Rechten Statt.

Herr D. Nordhof wendet auf diese Erscheinungen die von Herrn von Göthe in seinen Beiträgen zur Optik gewählte Ansicht der durchs Prisma wahrzunehmenden farbigen Ränder an, nach welcher die an die verschiedenen Seiten des Hellen oder Dunkeln fallenden Farbensäume als zwei entgegen gesetzte Pole betrachtet werden, wovon der eine immer den andern, wie sich Herr D. Nordhof ausdrückt, hervor ruft. Diese Art, die Phänomene zu bezeichnen, kann, wofern diese nicht

gewisser Massen isolirt werden sollen, für nichts weiter gelten, als für eine in metaphorische Redensarten eingekleidete Darstellung der Erscheinungen selbst, und des steten Beisammenseyns zweier farbigen Ränder. Sollen die Erscheinungen aber erklärt werden, so muss der Zusammenhang derselben *) mit dem allgemeinen Phänomene der Zerlegung des Lichts durchs Prisma dargethan werden. Denn, wie Hauy sehr richtig in der Einleitung zu seiner Physik bemerkte, „*le but d'une théorie est de lier à un fait général ou au moins à un nombre de faits généraux possible tous les faits particuliers, qui en dépendent.*“

Dass nun auf diese Weise die Erscheinungen der gefärbten Ränder durchs Prisma nicht allein von Newton selbst, sondern auch von denen, die mit seiner Theorie vertraut waren, genüghuend erklärt worden sind, hat der verewigte Gren schon längst erinnert; **) er selbst hat die von verschiedenen Umständen abhängenden Modificationen in den Erscheinungen, so wie sie Herr von Göthe beschrieben hat, aus eben der Newtonischen Farbentheorie deutlich entwickelt.

Was jetzt die von Herrn D. Nordhof beschriebenen Phänomene betrifft, so hat Newton ihrer gleichfalls schon erwähnt, und sie mit seiner

*) Das heisst, der durch das Prisma wahrgenommenen.
d. H.

**) *Neues Journal für die Physik*, B. 7, S. 3.

Theorie in Verbindung gebracht. Denn gleich nach der Stelle seiner Optik, *) wo er von den farbigen Rändern, die man durchs Prisma wahrnimmt, handelt, heißt es: „*Porro quad de coloribus, quos prismata exhibeant, dictum est, idem facile de coloribus, quos telescopiorum microscopiorum vitra, vel etiam oculi ipsius humores exhibeant, intelligi poterit.* Etenim si vitrum objectivum telescopii crassius sit ab una parte quam ab altera, vel si dimidia pars vitri, vel dimidia pars pupillae oculi, corpore aliquo opaco obtegatur: utique id vitrum objectivum vel ea ipsius pars, oculive pupillae pars, quae non sit obtecta, considerari poterit ut cuneus lateribus curvis. Omnis autem cuneus e vitro vel ex alia ulla materia pellucida, eundem, ac prisma, in refringendo lumine inter transmittendum, effectum obtinet.“ Die Richtigkeit der hier von Newton gegebenen Erklärung wird man nicht in Zweifel ziehen, sobald man jemanden den von Herrn D. Nordhof beschriebenen Versuch machen lässt, und auf das, was in dessen Auge vorgeht, Acht hat. Denn es zeigt sich alsdann, dass der Schatten des Papiers oder der Hand mehr als die Hälfte der Pupille bedeckt; weshalb nur auf einen Theil der Krystalllinse, welcher als ein Prisma mit krummen Seitenflächen angesehen werden kann, Strahlen fallen können. **)

*) Optics, Lib. I., Part. II., Prop. VIII.

**) Wäre es die Meinung Newton's in der eben

Es kommt hierbei aber noch ein Umstand in Betracht, welcher den Grund enthält, warum man gerade in diesem Falle gefärbte Ränder wahrnimmt, und sonst nicht. Dies ist die auch über den unschatteten Theil des Auges sich gleichförmig erstreckende Erweiterung der Pupille, welche dadurch, dass einem beträchtlichen Theile des Au-

angeführten Stelle, dass eine sphärische Glaslinse, oder dass die brechenden Feuchtigkeiten im Auge, dadurch, dass man die Hälfte der Linse oder der Pupille mit einem dunkeln Körper bedeckt, einem Prisma in Hinsicht der Strahlenbrechung ähnlicher würden, als sie es zuvor waren, und dass deshalb in ihnen Farbenerscheinungen eintreten oder sichtbar werden könnten, die zuvor nicht statt fanden oder nicht wahrzunehmen waren; — so ist, wenn ich mich nicht sehr irre, der grosse tief denkende Mann hier in einem leichten Irrthume in einer Nebensache, auf die es, wie es mir scheint, in dieser Stelle nicht ankam. Denn offenbar will Newton in ihr nichts weiter sagen, als dass daraus, dass und wie beim Brechen der Lichtstrahlen im Prisma Farben entstehen, auch die Farben bei der Brechung durch sphärische Gläser oder im Auge, (wenn solche da ist,) sich erklären lassen, da man sich diese wie Prismen mit krummen Flächen denken könne. Ein Schnitt senkrecht durch die Achse der Linse hat die Gestalt zweier unendlich kurzer Prismen mit convexen Seiten und entgegen gesetzt gekehrten brechenden Winkeln, und also unendlich vieler Prismen mit ebenen Seiten, von unendlich viel brechenden Winkeln der Art, dass sie parallele Strahlen alle nahe in einem Punkte

ges das Licht entzogen ist, verursacht wird, und die man gleichfalls in des Versuchanstellers Auge bemerken kann. Dadurch tritt beim Auge eben der Fall ein, wie bei einem gemeinen Fernrohre, bei welchem die Oeffnung des Objectivs zu gross ist. *)

zusammen brechen, diejenigen so wohl, deren brechender Winkel homolog, als die, bei denen er entgegen gesetzt liegt. Die ganze Linse lässt sich durch Umdrehung dieses Schnitts um die Achse entstanden denken. Hierauf beruht die Vergleichung der Linse mit dem Prisma; hieraus erhellt aber auch, wenn ich mich nicht irre, dass es in den Farbenerscheinungen durch Brechung in einer Linse keinen wesentlichen Unterschied machen kann, ob die Hälfte derselben bedeckt wird, oder nicht. In beiden Fällen wird die krummlinige Begrenzung des Gesichtsfeldes am Rande der Linse mit farbigen Säumen, und zwar unter einerlei Umständen mit Farbenändern von einerlei Art erscheinen, im zweiten Falle aber die geradlinige, durch den Mittelpunkt der Linse gehende Begrenzung entweder ganz farbenlos oder höchst wenig violett erscheinen müssen, sie begrenze das Gesichtsfeld von unten oder von oben her. Und ist das richtig, wie mir es scheint, so möchte der Nordhof'sche Versuch schwerlich dazu dienen können, eine Strahlenbrechung im Auge zu bewähren; vielmehr aus andern Gründen, als den von dem scharfsinnigen Verfasser dieses Auffatzes hier angegebenen, abzuleiten seyn. d. H.

*) Doch nur, im Falle das Auge nicht vollkommen achromatisch wäre. d. H.

Man darf hieraus nicht etwa die Folge ziehen wollen, dass wir des Abends beim Kerzenlichte, welches ungleich schwächer als das Sonnen- oder Tagelicht, und wo also die Pupille gleichfalls erweitert ist, auch farbige Säume an den Gegenständen wahrnehmen müssten, welches doch nicht der Fall ist. Denn wenn auch das Kerzenlicht in Farben zerlegt wird, so sind doch diese in eben dem Grade schwächer, als das Kerzenlicht schwächer als das Sonnenlicht ist. Man kann sich sehr leicht davon überzeugen, wenn man des Abends das durch die Brechung des Kerzenlichts im Prisma hervor gebrachte Farbenbild *) in eine schattige Stelle des Zimmers fallen lässt, und es mit einem weißen Papier auffängt, da dann die Farben bei weitem so lebhaft nicht sind, als wenn man den Versuch beim Sonnenlichte anstellt. Diese Schwäche der Farben des Kerzenlichts macht die davon im Auge entstehenden Farbensäume an den Gegenständen für unsre Empfindung unmerklich. **)

Uebrigens erhellt aus dem Beigebrachten, dass die Regenbogenhaut für das Auge eben das, was die Blendung bei einem Fernrohre ist, dass ihr also Herr Sömmerring den Namen der Blendung sehr schicklich beigelegt hat.

*) Es fehlen in diesem Farbenbilde die rothe, blaue und violette Farbe. Die Ursache davon ist leicht anzugeben. M.

**) Hierin kann ich dem Herrn Verfasser nicht ganz beistimmen. d. H.

Ich müss noch eines Umstandes erwähnen, den Herr D. Nordhof nicht berührt hat, und der wohl Manchem, der den von ihm beschriebenen Versuch anstellt, auffallen könnte. Dies ist der Halbschatten, welchen man an dem vor das Auge gehaltenen undurchsichtigen Gegenstände wahrnimmt. Er röhrt von den Zerstreuungskreisen auf dem Boden des Auges her, in welche sich die Bilder von den Punkten des Randes des zu nahe ans Auge gebrachten Körpers ausbreiten.*). Dieser Halbschatten breitet sich über die ganze Fenstersprosse zu beiden Seiten aus, und macht, daß sie dunkler und mit bestimmtem Umriss erscheint. Auch trägt er dazu bei, daß man den schwächeren blauen Farbensaum wahrnimmt. Denn das Gelbe ist für sich schon lebhaft genug, um empfunden zu werden.

Das Resultat nun, welches aus dem Obigen hervor geht, ist, daß das Auge nicht in dem Sinne achromatisch ist, wie Euler glaubte,**) und daß

*) Jurin in Smith's *Lehrbegriff der Optik*, S. 485
491 der Kästnerischen Bearbeitung. M.

**) Ich glaube schon oben, S. 332, Anm., es sehr zweifelhaft gemacht zu haben, daß der Nordhoffsche Versuch eine im Auge vorgehende Farbenzerstreuung darzuthun vermöge: daher möchte ich diesen Schluss nicht anerkennen, selbst wenn sich auf keine Art angeben ließe, woher in dem Nordhoffschen Versuch die farbigen Ränder röhren. Das scheint mir aber überdies mit ziemlicher Zuverlässigkeit sich nachweisen zu lassen. Sie entstehen nicht durch Bre-

die Hypothese, welche Huber im 29sten Briefe
des dritten Bandes seines schätzbarren Unterrichts
in

chung, wie Herr Dr. Nordhof und der Herr Verf.
deshalb als ausgemacht anzunehmen scheinen, weil
sich in ihnen dieselbe Regel wie in den farbigen
Rändern im Prisma zeigt; sondern sie entstehen
durch Beugung des Lichts, zwischen zwei dunkeln
durch gerade und parallele Linien begrenzten
Körpern, dem Rande der horizontalen Fensterleiste
und dem Rande des horizontal gehaltenen Papiers.
Dass zwischen zwei solchen parallel einander sich
nähernden Körpern eine Farbenzerstreuung durch
Inflexion vor sich gehe, zeigten schon die Farben-
fäume in Grimaldi's Versuchen, welche Newton
zwar weiter verfolgt hat, mit welchen er aber,
weil er einen sehr einfachen Umstand übersah,
nicht ganz auf das Reine gekommen ist. Der Le-
ser wird in einem der folgenden Stücke der An-
nalen eine neue und glücklichere Bearbeitung
dieses Theils der Optik, durch einen englischen
Physiker, finden. Aus den von diesem entwickel-
ten Gesetzen der Beugung des Lichts, scheint mir
der Nordhofsche Versuch sich genügender erklä-
ren zu lassen, so weit ich darüber nach einer flüch-
tigen Ueberlegung urtheilen kann; und zwar auch
der von dem Herrn Verfasser dieses Auffatzes
nicht berührte Umstand, dass die das Auge be-
gränzende Schneide, (z. B. die Hand oder das
Papier,) ebenfalls mit farbigem Rande, und zwar
mit röhlichen Farben erscheint, sie mag das Auge
von unten oder von oben her begrenzen. (Voigt's
Magazin, B. 7, S. 55.)

d. H.

in der Naturlehre zum Behufe der Farbenlosigkeit
des Auges aufstellt, wohl nicht gegründet ist.

Euler's Hypothese wurde schon von d'Alembert in Zweifel gezogen. Er erklärt sich darüber in der Vorrede zum 3ten Bande seiner *Opuscules*, und giebt nachher im dritten Kapitel des 16ten *Mémoire* die Bedingungsgleichung für die Aufhebung der Farbenzerstreuung im Auge. Er braucht sie aber selbst nicht, sondern zeigt aus andern Gründen, dass die Abweichung wegen der Farbenzerstreuung im Auge als unmerklich betrachtet werden könne. Dasselbe Resultat bringt Mackelyne *) durch eine Berechnung der Farbenzerstreuung selbst, wobei sich freilich manches erinnern ließe, heraus.

*) *Philosoph. Transact.*, Vol. LXXIX, übersetzt in Gren's *Journal der Physik*, B. II, S. 370.

VI.

*Einiges über die Luftfahrt des Grafen
ZAMBECCARI in Bologna, nach Au-
genzeugen. *)*

Francesco Zambecari, aus einer der vornehmsten Familien Bologna's, aber nicht von den glänzenden Vermögensumständen, worin sich andere Glieder derselben befinden, hatte sich von Jugend auf dem Studium der Wissenschaften gewidmet, und vorzugsweise der Physik, Chemie und Mathematik, wahrscheinlich mit der Absicht, künftig eine der Lehrstellen in diesen Fächern auf der Universität seiner Vaterstadt zu erlangen. Er hielt sich zu dem Ende mehrere Jahre lang im Auslande, besonders in London, auf, wo er sich unter Anleitung der ausgezeichnetesten Gelehrten zu dieser Laufbahn bildete.

Schon vor mehreren Jahren ging er mit dem Gedanken um, eine Lenkungsmethode für die Aerostaten zu erfinden; doch erst im Jahre 1803 gelangte er zur Ausführung feiner Ideen. In Bologna selbst

*) Zusammen gezogen aus *Italien, eine Zeitschrift von zwei reisenden Deutschen*, Heft 6, Berlin 1804, S. 200 — 220. Die Absicht und die Zurüstung des Aeronauten, welche wir aus diesem Auffasze kennen lernen, verdienen in den Annalen der Physik aufbewahrt zu werden. d. H.

hatte man zwar, wie es schien, im Allgemeinen weder eine grosse Idee von seinen physikalischen Kenntnissen, noch viel Hoffnung von dem Gelingen seines Plans. Gleichwohl fand er unter seinen Verwandten und Freunden noch genug Beförderer seines Unternehmens, und erhielt von ihnen, da es ihm selbst an Mitteln fehlte, durch freiwillige Beisteuer unter dem Namen eines Anlehns hinlängliche Vorschüsse, um den Bau der Maschine, deren Kosten er zu 6000 Rthlr. anschlug, anzufangen und zu vollenden; und in einem grossen Theile Italiens nahm man an der Ausführung des merkwürdigen Projects, eines willkürlich zu lenkenden Luftballons, den lebhaftesten Anteil. Graf Zambecari ließ an dem Ballon und den Instrumenten ununterbrochen, vom Mai bis zum August arbeiten, und bestimmte endlich seinen Aufzug auf einen der letzten Tage im Monat August. Schon hätten sich alle Zuschauer in dem dazu errichteten Amphitheater versammelt, und die Füllung des Ballons begann, aber plötzlich fehlte es an den nötigen Materialien zur Gasentwickelung, mit welchen er sich, aus einem Fehler in der Berechnung, nicht hinlänglich versehn hätte. Die Arbeit geriet ins Stocken, und für dieses Mahl war das Aufsteigen des Ballons unmöglich. Die Zuschauer wurden entlassen, und auf einen späteren Zeitpunkt vertröstet. Bloß der Fremden, verichert Graf Zambecari, denen er das Eintrittsgeld auf ihr Verlangen wieder gegeben habe, waren ge-

Y a

gen 16000 gewesen. Beim Zurücksinken der aufgeblafenen Seide war der Firniß hier und da gesprungen und der Stoff zerrissen; dieses machte eine Ausheisserung des ganzen Ballons nötig, weshalb der Tag des Aufsteigens erst auf den 25ten Sept. angesetzt wurde; doch müßte Zambeccari den Termin abermals auf den 5ten October, und dann wieder auf den 7ten Oct. hinaus schieben, und nun erst ging die Luftfahrt wirklich vor sich.

Zambeccari ging bei seinem Plane zur Lenkung der Aerostaten von dem Gedanken aus, daß in den höhern Regionen sehr verschiedene Windstriche zu herrschen pflegen; es komme daher, glaubte er, nur darauf an, daß man den Aeronauten in den Stand setze, nach Willkür auf- und abzusteigen, um den ihm günstigen Wind aufzufinden und zu benutzen. Und dieses wollte er vermittelst einer Montgolfière und zweier großer Flügel oder Luftruder bewirken.

Sein Aerostat war aus Streifen weissen und grünen Taffets zusammen genäht, und mit Copalfirniß überzogen. Er hatte 39' 9" par. (34' bologneser) Maass im Durchmesser, und es waren dazu 1536 bologn. Ellen 28 Zoll breiten Taffets und 140 Pfund Firniß gebraucht worden. Das brennbare Gas sollte durch zwei an der Seite angebrachte Schläuche hinein geleitet werden. Das starke Netz, welches die ganze Ladung zu tragen bestimmt war, lag auf der oberen Hälfte des Ballons. Es hatte in der größten Ausdehnung 128 Maschen; diese ließen durch

vier kleinere Reihen vermindernd herab, bis sich die letzten in 16 Punkten endigten, an denen eben so viele Stricke hingen, welche unten in einiger Entfernung einen 4½ Fuß weiten Ring trugen. Dadurch entstand unter dem Aerostaten innerhalb des Netzes und der Seile ein conischer Raum. Ihm füllte die *Montgolfière* aus; ein gleichfalls aus Seidenzeug genähter Sack, dessen offnes engeres Ende nach unten gekehrt, [und der hier, wie es scheint, um den Ring genäht] war. Bei einer Höhe von 13' 8" hatte dieser Sack an seinem Boden 19' 4" (altes bologn. Maass) im Durchmesser. An einer Kette, die durch den Boden der Montgolfière ging, und am einen Flaschenzug an der untern Spindel des Aerostaten lief, wurde eine Weingeistlampe genau in die Mündung der Montgolfière gehängt. Diese Lampe hatte die Gestalt eines Ringes, dessen innerer leerer Zwischenraum 1 Fuß betrug, fasste 24 Pfund Weingeist, und liess sich vermittelst des Flaschenzugs beliebig auf- und ablassen. Weingeist nahm Zambocari, weil er am leichtesten zu entzünden ist, auch in den höhern Regionen nicht friert. Drei in einem Punkte sich vereinigende Arme, welche die Lampe trugen, waren am innern Rande angelöhet; am äussern befanden sich 32 mit Handhaben versehene Klappen, vermittelst deren der Weingeist an gegebenen Stellen sich auslöschen, und die Hitze sich reguliren liess. Zambocari hatte berechnet, dass, wenn er alle 32 Klappen öffnete, die Montgolfière durch die grosse

Hitze der Lampe eine Steigkraft von 50 Pfund erhalten müsse.

Zum Aufenthalte der Luftschiffer war die so genannte *Gallerie* bestimmt, welche an dem Rings unter der Montgolfière hing. Sie bestand aus drei starken Reifen von Buchenholz, die mit 16 gleich weit von einander entfernten Stricken an einander befestigt waren, und von denen der unterste doppelt und mit einem festen Geflechte oder Gitter von zolldicken Stäben, das der Gallerie zum Boden diente, versehn war. Durch einen offenen, kreisförmigen, 21 Zoll weiten Ausschnitt in der Mitte des Bodens sollten die Reisenden einsteigen, auch durch ihn eine freie Ausicht auf die Erde behalten, um ihren Flug über sie hin beobachten zu können. Um sie indess vor dem Schwindel zu bewahren, in den der Anblick des offnen Abgrundes dicht vor den Füßen auch den Uner schrockensten versetzen könnte, wurde der Boden noch mit einem dichten Netze bedeckt.

Jedes der beiden *Ruder* oder jeder *Flügel* bestand aus einem $6\frac{1}{2}$ Fuß langen, nach aussen breiter werdenden, und mit einem gefrästesten Segel von 15 Quadratschuh überspannten Rahmen, und ruhte in einem eisernen Ringe, mit horizontal liegenden Achsen, die sich in Pfannen drehten, welche am Rande der Gallerie angebracht waren. Durch diesen Ring war der cylindrische Stiel des Ruders gesteckt; und indem das Ruder in ihm um seine Achse drehbar war, der Ring selbst aber sich in der Vertical-

fläche drehte, konnte das Ruder in jede beliebige Lage gebracht, und in ihr in der Verticalfläche herauf und herab bewegt werden. Hierzu sollten sie hauptsächlich dienen; bei einer Windstille hätte sich indess der Ball vermittelst ihrer auch seitwärts in jede beliebige Richtung forttreiben, oder bei windigem Wetter eine kleine Zeit lang gegen den Wind auf derselben Stelle erhalten lassen. Sie sollten hierbei auf die Luft gerade so, wie die Schiffsruder gegen das Wasser wirken, und zu dem Ende nach jedem Schläge beim Zurückziehn so gedreht werden, dass sie die Luft mit der scharfen Seite durchschnitten. Zambecari soll sich zuvor durch wiederholt Versuche von ihrer Tauglichkeit versichert, und gefunden haben, dass man ihre Kraft, bei richtiger Anwendung, auf 100 Pfund und mehr anschlagen könne. Da der Ballon, auch wenn der Montgolfière durch Auslöschen der Lampe alle Steigkraft benommen wurde, doch, ohne dass man Gas entweichen ließ, nicht tiefer herab sinken konnte, als bis dahin, wo er sich mit der atmosphärischen Luft im Gleichgewichte befand; so sollten die Ruder dann besonders in Wirkung gesetzt werden, um den Ballon noch tiefer herab zu treiben. Die horizontale Bewegung dachte Zambecari durch eine schiefe Lage der Ruder zu erhalten, nach Art des Lavirens.

Unter den Instrumenten, welche Zambecari an dem Ballon oder der Gallerie angebracht hatte, verdienen hier sein Anemometer und sein

Stoßquadrant' (quadrante a polso) besondars beschrieben zu werden. Jenes sollte ihm dienen, die Geschwindigkeit des Ballons nach senkrechter, dieser, nach horizontaler Richtung zu messen.

Das *Anemometer* war eine Art von Schnellwage, deren Achse der Drehung sich am Rande der Gallerie in horizontaler Lage befand. Der kürzere, heraus ragende Arm der Wage trug eine horizontal liegende, 9" lange und 6" breite Ebene, die mit dem Gewichte am längern Arme, wenn es sich in der Mitte desselben befand, im Gleichgewichte war, dagegen bei der Bewegung des Ballons aufwärts oder herabwärts durch den Widerstand der Luft herunter oder herauf gedrückt wurde, mit einer Kraft, welche dem Quadrate der Geschwindigkeit proportional war, und sich aus der Stelle ergab, auf die das Gewicht zu schieben war, um das Gleichgewicht zu erhalten. Eine Tabelle sollte die zu jedem Stande des Gewichts gehörige Geschwindigkeit zeigen, und Zambecari hoffte so noch eine senkrechte Geschwindigkeit von 3 Zoll in einer Secunde wahrnehmen zu können.

Der *Quadrant* hatte eine Handhabe, vermittelst deren er, den Bogen unterwärts gekehrt, in der senkrechten Ebene, in welcher der Ballon sich bewegte, so gehalten werden sollte, daß das Bleiloch auf den Nullpunkt einspielte. Dann sollte man längs des auf 45° gestellten Diopternlineals nach der Erde herunter visiren, und den Gegenstand bemerken, den die Fäden der Dioptern durchschnit-

ten. Dieser Gegenstand müste von der Vertical-Linie durch den Ballon auf der Erde, in der Richtung des Flügs, um die Höhe entfernt seyn, in der sich der Beobachter während der Beobachtung befand. Hatte man nun diese mit dem Barometer gemessen, und bemerkte die Zeit, welche der Ballon brauchte, bis jener Gegenstand senkrecht unter ihm lag, so hatte man dadurch die horizontale Geschwindigkeit des Ballons während dieser Zeit.

Um die Hebkkraft des Ballons, während er an der Erde mit einem Seile gehalten wurde, zu bestimmen, wollte sich Zamboccoari eines aus einer Stahlfeder verfertigten *Dynamometers* mit einem Zeiger und Zifferblatte bedienen.

Außerdem follte noch in der Gallerie an Instrumenten und Geräthschaften mitgenommen werden: eine Magnetnadel; ein Luft- und Seherohr; (?) ein Barometer; ein Thermometer; eine Secundenuhr; ein Erdglobus; ein geographisches Wörterbuch in 2 Bänden; ein Anker mit Seil; eine Rolle mit Seil, zum Herablassen der Reisenden; eine Strickleiter; eine hölzerne Gelte, um sie auf Wasser schwimmend zu erhalten; ein Sprachrohr; eine Seifenschachtel, um in der Höhe Seifenblasen zu machen; ein kleiner Weingeistofen; eine kleine Blendlaterne; ein Pfund Wachslichter; ein Schreibzeug, Federn und Federmesser; eine Schere; ein Beutel mit Feuersteinen; Zunder und Schwefelfäden; eine Mappe mit Schreibpapier; eine Ta-

belle mit dem Verzeichnisse der Manoeuvres; eine Flinte; 2 Pfund Munition; und ein hölzernes Gefäß zum Aufbewahren vieler dieser Sachen.

Es betrug das Gewicht	Pfund
des Ballons mit den beiden Röhren	125
des Netzes sammt den Stricken	40
der Montgolfière	33
der Gallerie mit ihren Stricken und Netzen	85
der Lampe mit Kette und Flaschenzug	24
der beiden Ruder mit Zubehör	14
des Anemometers, des Quadranten und der übrigen vorhin genannten Instru- mente und Geräthschaften	252
von 45 Maass Weingeist in hölzernen Flaschen	69
der Lebensmittel an gebratnem Fleisch, Biscuit, Bouillontafeln, Chocolate, Rhum, Wasser, sammt Flasche und Gefäßen	120
das Gewicht von 3 oder 4 Aeronauten, welche die Reise zusammen stretzen sollten, wurde angeschlagen zu	600 bis 700
das Gewicht ihrer Kleider zu	22
endlich sollte an Ballast in 100 Papiertü- ten, jede mit 5 Pfund Sand, mitge- nommen werden	500
giebt als die gesammte Belastung des Bal- lons ein Gewicht von	2000 bis 2084

Der Morgen des 7ten Octobers ließ sich neblig und zur Luftfahrt ungünstig an. Doch wurde der Graf Zambecari von dem Präfecten und den

anderen Oberbehörden der Stadt ermahnt, mit der Ausführung seines Vorhabens nicht länger zu säumen, um dem Publicum keine Ursache zur Unzufriedenheit zu geben. Erst um halb ein Uhr Nachmittags fing man an mit der Füllung. Beim Einbruche der Nacht schien noch keine Hoffnung da zu seyn, dass der Aufstieg würde vor sich gehen können, und viele Zuschauer entfernten sich, in der Ueberzeugung, sie würden wieder doch nur getäuscht werden. Nach Sonnenuntergang legte Zambeccari seinen Luftreiseanzug an, zog unter Begleitung seiner Schwester und zweier Kinder in dem inneren Kreise herum, und nahm von dem Volke Abschied. Bald darauf rief man durch Trompetentöss das Volk zur Stille, und kündigte an, in einer Stunde werde der Ballon zum Aufsteigen bereit seyn. Diese Stunde wurde indess ziemlich lange, und die Menge immer ungeduldiger, da die Luft sehr kalt und schneidend wehte. Endlich um halb zwölf Uhr sah man den Aeronauten mit seinen beiden Gefährten einsteigen, und der Ball flog, am Seile gehalten, um einige Fuß, unter Zulauchzen der Zuschauer. Die Trompete erschallte wieder, und Zambeccari sagte mit lauter Stimme: „Liebe Mitbürger, der Ball ist reisefertig, soll ich jetzt gleich, oder erst morgen auffahren?“ Einstimmig rief die ganze Menge: Morgen! Morgen! — „So erwarte ich euch hier früh um fünf Uhr beim Knalle der Kanone.“ — Und damit ließ er sich wieder herunter. In kurzer Zeit entfernten sich nun

fast alle Zuschauer. Indess erhoben sich die Aeronauten um halb ein Uhr noch einmal im Ballon, der am Seile gehalten wurde, um die Ruder zu versuchen, welche, wie es heißt, auch wirklich die beabsichtigten Dienste im Heben, Sinken und Hin- und Herschwenken des Balls geleistet haben sollen. Von dem Beifalle der wenigen Zurückgebliebensa immer mehr aufgefeuert, äußerte Zambeccari den Wunsch, sogleich aufzusteigen, weil bei der Durchdringlichkeit der Hülle für die brennbare Luft, der Ball, seiner Rechnung nach, in jeder Stunde 20 Pfund an Hebekraft verlieren, und dieses seine Reise am folgenden Morgen aufs neue verzögern würde. Ermuntert von den Umstehenden, die Frucht so langer Arbeit nicht wieder zu verlieren, ließ er den Ballon plötzlich wieder etwas steigen und rief herunter: „Lebt wohl, liebe Mitbürger! lebe wohl, mein Vaterland! — Lasst die Selle los und brennt die Kanone ab.“ — Das Absprechen der letzten Worte, das Abfeuern der Kanone und das Emporfliegen des Ballons war eins. In kurzem verlor sich dieser in das Dunkel der Nacht; zwei brennende Laternen in der Gallerie sah man indes noch eine lange Strecke die Luft durchschimmern, und an ihnen bemerkte man, wie der Ball, der schon einen weiten Raum durchflogen hatte, wieder zu dem Punkte, von welchem er ausgegangen war, zurückkehrte. (?) Hierauf schwang er sich von neuem auf, und in einem Nu zu einer Höhe über den Wolken empor, so dass man alle Spur

von ihm aus den Augen verlor. Auf dem Rückwege, den er zuerst mächte, bemerkte man deutlich das Flackern der beiden kleinen Lichter, deren Flammen mit wiederholten abgemessenen Stößen hin und her schwankten, (?) und man schloss daraus, dass das Rudern mit den beiden Flügeln gerade die Wirkung hervor bringe, welche Zambecari voraus gesagt und berechnet hatte. Die Montgolfière hatte er nicht angezündet. *)

Am Morgen erhielt man in Bologna die Nachricht von Castelfranco, einem 12 Miglien, (3 geogr. Meilen,) entfernten Flecken, dass der Ballon um 1 Uhr mit Trompetenschall über diesen Ort hingegeflogen sey. (?) — Briefe aus Venedig vom 15ten October sagen: „Nach der Erzählung der drei bologneser Luftschiffer, die hier in sehr schlimmen Umständen angekommen sind, empfanden sie, als sie sich kaum zu einer etwas beträchtlichen Höhe erhoben hatten, eine heftige Kälte, bald darauf einen Hang zum Erbrechen, ein schweres Athemhohlen, und zuletzt eine Betäubung, die sie in einen tiefen Schlaf versenkte. Es war 2 Uhr, als sie am Rauschen der Wellen merkten, dass sie über das Meer verschlagen waren. — Wirklich fiel darauf der Ballon aufs Wasser, und sie mussten, um ihn

*) Sie sollte dem Ballon nicht von der Erde ab steigen helfen, sondern ihm erst in der Höhe, wo der Ballon sich mit der Luft in das Gleichgewicht gesetzt haben würde, wenn es nöthig wäre, mehr Steigungskraft geben.

d. H.

wieder in die Höhe zu bringen, die meisten ihrer Geräthschaften über Bord werfen. Nun erhob sich die Maschine aufs neue mit unglaublicher Schnelligkeit bis über die Wolken; allein nicht lange, so stürzte sie sich abermals in die Wellen. Jetzt blieb ihnen nichts übrig, als sich der Willkür des Windes zu überlassen, der den Ball gleich einem Segel vor sich her trieb, und ihn bald in die Höhe hob, bald wieder unter Wasser tauchte. (?) So rangen sie 5 Stunden unaufhörlich mit dem Tode, und wurden in dieser Zeit von der Küste der Romagna bis nach der von Istrien hinüber getrieben; bis sie endlich Morgens um 8 Uhr, etwa 10 Meilen vom Hafen von Veruda, ein Schiff aufnahm. Kaum war die Maschine frei, so verlor sie sich wieder schnell in die Lüfte und war in wenig Minuten aus dem Gesichte." — — Dieses ist der unglückliche Ausgang eines physikalischen Versuchs, auf den ganz Italien begierig war. *)

*) Man vergleiche hiermit die genauere Nachricht von dem Erfolge dieser nächtlichen Luftfahrt in den Annalen, XVI, 205.

d. H.

VII.

Ueber die Zauberringe oder Hexenzirkel.

i. Von Will. Nicholson, (aus seinem *Journ. of nat. philos.*, q., Vol. 1, 1793, p. 546.) Zauberringe oder Hexenzirkel, auf englisch *Fairy Rings* genannt, sind eine eigne Erscheinung im Graslande. Sie bestehn entweder in einem Kranze von Grase, das sich durch schwelgerischen Wuchs vor dem übrigen auszeichnet, oder in einem runden Flecke, wo die Vegetation des Grases mangelhafter ist. Dass dieser letztere Zustand dem erstern vorher geht, ist wohl so gut als ausgemacht. Man hat für diese Zauberringe zwei Ursachen angegeben: einmal nämlich Erdschwämmen, die sich unter dem Boden verbreiten, eine Ursache, welche nicht zu bezweifeln ist; zweitens hat man gemeint, dass, der Theorie nach, eine Explosion des Blitzes auf dem Erdboden eine ähnliche Wirkung müsse können hervor bringen, als Priestley durch Entladung einer Batterie auf der polirten Oberfläche einer Metallplatte entstehen sah, nämlich eine Menge von concentrischen Ringen. Einige von mir schon längst gemachte Beobachtungen scheinen es zu bestätigen, dass das letztere wirklich zuweilen der Fall ist.

Den 19ten Jun. 1781 zog ein heftiges Gewitter über den westlichen Theil von London. Ich war zu Battersea, und bemerkte, dass die Blitze, die sehr stark und sichtbar waren, sich häufig an

ihrem untern Ende zerspalteten, aber niemahls an ihrem obern Ende, woraus man folgern konnte, dass sich die Wolken, die meiste Zeit hindurch, in einem positiven Zustande befanden. Den 24sten Junius, also 4 Tage nachher, besuchte ich zufällig den Park zu Kensington, und bemerkte hier in allen Theilen des weitläufigen Gartens Spuren des Blitzes. Das Gras war nämlich häufig in zickzackigen Streifen gebleicht, von denen einige 50 bis 60 Yards lang waren. Ein dergleichen Hirschlängeln des Blitzes über die Oberfläche des Bodens hin, ehe er in die Erde hinein fährt, fällt sehr häufig vor. Am meisten zog indess meine Aufmerksamkeit eine kleine Gruppe von Bäumen, an der Spitze des Winkels, den ein Gang mit dem andern machte, auf sich. Fig. 4, Taf. III, stellt einen Theil dieses Gartens, und darin A die erwähnte Winkel spitze vor. In Fig. 5 sieht man die Stellung der Bäume. Die Zahlen geben die Entfernungen der Bäume von einander in Füßen an.

Dicht am Stämme des Baumes A war in dem Boden ein nach Süden laufendes, 4 Zoll langes und 2 Zoll breites Loch, zwei Fuß weiter nach Süden ein ähnliches Loch, und zwischen beiden der Boden zerrissen, wie das in Fig. 6 dargestellt ist, wo A den Stamm des Baumes vorstellt. In einer Entfernung von ungefähr 3 Fuß rings um diesen Baum herum, war das Gras sehr stark verengt und in diesem Umkreise befanden sich noch mehrere kleinere Löcher.

Naher

Nähe am Stämme des Baumes *B* war an der Südseite auch ein Loch im Boden.

Eben so dicht am Baume *C*, nur dass hier das Loch mit einem kleinen runden Flecke von verbranntem Grase umgeben war; doch hatte das schon wieder gewachsene Gras diesen Ring schon etwas unmerklich gemacht, so dass er wahrscheinlich nicht von dem jetzigen, sondern von einem früheren Gewitter herrührte.

Den Baum *D* fand ich mit einem Ringe umgeben, der 18 Zoll Breite hatte und dessen Radius 6 Fuß betrug. Innerhalb des Ringes stand das Gras ganz frisch, aber im Umkreise des Ringes selbst waren Gras und Boden stark verbrannt. Oestlich von dem Baume befanden sich im Ringe selbst zwei Löcher, worin die Erde wie Asche aussah.

Der Baume *E* hatte einen halben, wenig merklichen Ring gegen Westen.

Auch der Baume *F* war mit einem wenig merklichen Ringe von 2 Fuß Radius umgeben, und das Gras innerhalb desselben unbeschädigt. Westlich, ungefähr 3 Fuß von diesem innern Ringe entfernt, zeigte sich ein Theil eines andern sehr ähnlichen Ringes. Das Grün war zwischen diesen beiden Ringen unverletzt.

Es kam mir vor, als wenn die Blätter der Bäume etwas gekräuselt aussahen; aber ich konnte keine vom Blitz getroffenen Äste entdecken: ein Umstand, der, mit den andern Thatlachen zusammen,

then genommen, anzudeuten schien, daß diese Erscheinungen durch das neuliche Gewitter vom 19ten Junius hervor gebracht waren.

2. *Aus dem Monthly Magazine, April 1803,* (Vol. 15, No. 99, p. 219.) So annehmlich die scharfsinnige Hypothese des Dr. Darwin über die Entstehung der Zauberringe durch Electricität den theoretischen Physikern auch scheinen mag, so wenig wird doch durch sie das Phänomen gehörig erklärt.

Es wird in ihr angenommen, Feuchtigkeit ziehe den Blitz zum Grase herab; es finden sich aber Zauberringe an völlig trockenen Orten. — Ferner soll die von der Nässe angezogene Wolke cylindrisch oder conisch werden, und der electrische Strom an ihrer Außenfläche herab fahren, und einen kreisförmigen Ring einbrennen, einen so genannten Hexenkreis; aber statt immer rund zu seyn, sind die Hexenkreise vielmehr von sehr verschiedener Form, bald Kreise, (wiewohl selten ganze,) bald Segmente, mitunter auch unregelmäßige Flecke. — Dabei verändern sie allmählig ihre Gestalt und Lage, und es lässt sich bei mehrern sehr deutlich wahrnehmen, daß sie jährlich grösser werden. Dieses Entstehen aus einem kleinen Flecke ist ein vorzüglich starkes Argument dagegen, daß der Blitz sie bilden soll. — Der

Blitz soll den Räsen in diesen Ringen calcinirt haben; dann müssten sich aber nothwendig auch Spuren des Blitzes in der Erde unter dem Torfe finden, welches nicht der Fall ist, wie man sich durch sorgfältige Nachsuchungen überzeugt hat.

Doch statt weiterer Widerlegungsgründe stehe hier eine Stelle, die sich in des sel. Dr. Withering sehr genauem botanischen Werke am Ende seiner Beschreibung des *Agaricus orcales* findet, worin das Phänomen der Zauberringe auf eine weit genügendere Art erklärt wird.

„Ich bin überzeugt,“ sagt er, „dass die schlecht bewachsenen braunen oder die stark bewachsenen grünen Kreise auf den Weideplätzen, welche man Zauberringe nennt, durch das Wachsen dieses Agaricus bewirkt werden. Wir haben in Edgbaston Park, neben einem Felde, das nach Südwest zu geneigt ist, mehrere solcher Zauberringe von verschiedener Gestalt. Der größte, der 18 Fuß im Durchmesser hat und ungefähr eben so viele Zolle an Umfang breit ist, wo die Agarici wachsen, besteht seit mehrern Jahren, am Abhange eines daran stossenden Weideplatzes, der nach Süden liegt, und wo der Boden grober Sand ist. Die größern Kreise sind selten vollständig; der hier erwähnte ist etwas mehr als ein halber Kreis, doch die Figur nicht genau. Wenn man da, wo der Ring braun und fast ganz kahl ist, den Boden etwa 2 Zoll tief aufwühlt, so finden sich gräulich-weiße Knötchen

(Spanien) dieses Schwammes; an den Stellen dagegen, wo das Gras wieder grün und geil wächst, fand ich unter der Erde nie etwas von diesem Schwamme. Eine ähnliche Art, zu wachsen, findet bei einigen lederartigen Lichens, besonders bei *Lichen centrifugus*, statt, welches sich von einem Mittelpunkte nach dem Umfange zu verbreitet, und in der Mitte allmählig abstirbt; eine Bemerkung, die schon Linné gemacht hat, und welche gleichfalls von der Art des Wachsthums des *Agaricus orcales* im Allgemeinen gilt.

VIII.

P R O G R A M M
der batavischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Harlem für das Jahr 1804.)*

Die Gesellschaft hielt am 26ten Mai zum 52ten Mahle ihre außerordentliche jährliche Sitzung. Der präsidirende Director J. Teding van Berkhout eröffnete sie mit einem Berichte über die Abhandlungen, welche die Gesellschaft seit ihrer letzten jährlichen Sitzung erhalten hatte. Aus diesem Berichte ergab sich Folgendes:

1. Die erste Preisfrage betraf die *Naturgeschichte und physische Beschreibung der Wallfische, so fern sich daraus Aufklärung über die Orte, wo diese Thiere sich jetzt befinden, und über die leichtesten und zuverlässigsten Mittel ziehen lässt, die schon üblich oder erst anzuwenden sind, um die Wallfische sogleich zu tödten und sich ihrer auf das schnellste und sicherste zu bemächtigen*. Auf diese Frage ist eine Abhandlung in holländischer Sprache mit der Devise aus Pope: *Grant that the powerfull etc.*, eingelaufen. Es wurde einstimmig beschlossen, das Verdienst derselben in diesem Programme anzuerkennen, und dem Verfasser bekannt zu machen, dass man die Ablicht habe, sie bei einer der nächsten außerordentlichen Sitzung zu krönen, wenn er sie in einigem, was man darin vorzüglich vermisst, wird vervollkommenet haben, worüber er bei dem Sekretär der Gesellschaft, auf eingegebene Adresse, Auskunft erhalten kann.

* Man findet es hier ganz vollständig und unabgekürzt, wie die Gesellschaft dieses wünscht. d. H.

2. Auf die Preisfrage: *Welches Licht haben die Entdeckungen der Zersetzung des Wassers und der atmosphärischen Luft über die Art verbreitet, wie die Pflanzen ihre Nahrung erhalten; und was lässt sich daraus zur Verbesserung der Kultur nützlicher Pflanzen folgern?* war eine deutsch geschriebene Abhandlung mit dem Motto: *Geo: etc.*, eingegangen. Man fand sie zu oberflächlich und für den Zweck der Frage zu ungenügend, als dass sich ihr der Preis hätte zuerkennen lassen, und beschloss, die Frage noch ein Mahl aufzugeben, so dass die Abhandlungen vor dem 1sten Nov. 1805 einzuschicken sind. Die Gesellschaft bemerkte zugleich, sie wünsche, dass man in der Beantwortung dieser Frage mehr das berücksichtige, was sie von allem, was ihr vorgelegt wird, fordert, nämlich Klarheit und Kürze im Vortrage, und eine genaue Absonderung dessen, was dargethan ist, von dem, was bloße Hypothese ist, damit man den gegenwärtigen Zustand unsrer Kenntnisse über diesen Gegenstand deutlich übersehen könne; und dass man über dies zeige, was sich daraus für Aufklärungen schöpfen lassen.

3. Die Preisfrage: *Wie weit kennt man, nach den neuesten Fortschritten in der Physiologie der Pflanzen, die Art, wie die verschiedenen Düngungsmittel für verschiedenen Boden die Vegetation der Pflanzen befördern, und was folgt daraus für die Wahl des Düngers und für die Fruchtbarmachung unbebauter und durrer Ländereien?* hat nur einen Beantworter gefunden. Man urtheilte, dass die holländisch geschriebene Abhandlung, deren Devise ist: *Cognitio contemplativa etc.*, keine Rücksicht verdiene, weil sie zeigt, dass ihr Verfasser mit den neuesten Entdeckungen über diesen Gegenstand unbekannt ist, und beschloß, die Frage zu wiederholen. Die Abhandlungen sind vor dem 1sten Nov. 1805 einzuschicken.

4. Auf die Frage nach den physischen Gründen, aus welchen der Rauch in den Schornsteinen aufsteigt, und einer darauf gegründeten Theorie des Schornsteinbaues, und der Verbesserung rauchender Schornsteine, waren drei Abhandlungen eingegangen: zwei deutsche mit den Devisen: *Simplex sigillum veri*, und: *Zum allgemeinen Besten*, und eine holländische mit der Devise: *Hy die door rook etc.* Keine von allen dreien wurde des Preises würdig befunden.

5. In ihren gewöhnlichen Sitzungen waren der Gesellschaft zum Drucke in ihren Schriften vorgelegt, und von ihr genehmigt worden: a. Eine Beschreibung einer sehr besondern Eisenmasse, die man im südlichen Afrika gefunden hat, von M. van Marum. b. Nieren voll Steine, aus dem Körper eines 5jährigen Knaben, vorgelegt und beschrieben von J. Puijn, Chirurgus und Accoucheur zu Harlem.

6. Folgende drei schon für den 1sten Nov. 1803 aufgegebene Preisfragen, hatten keinen einzigen Beantworter gefunden, und man hat daher beschlossen, sie nochmals, und zwar mit dem Einsendungstermine vor dem 1sten November 1805, aufzugeben:

A. Was haben uns die neuesten Beobachtungen über den Einfluss des Sauerstoffs der atmosphärischen Luft (sey er gebunden oder nicht,) unter Beiwirkung des Lichts, auf die Veränderung der Farben gelehrt, — und was lässt sich daraus für Nutzen ziehen? Die Gesellschaft wünscht, dass man mit Kürze und Präcision das nachweisen, was durch Beobachtungen und Versuche bewiesen ist, damit wir unsre Kenntnisse hierin leicht übersehen und im Handel und Wandel benutzen können.

B. Was ist bis jetzt über die Reinigung des verdorbenen Wassers und anderer Substanzen mit Holzkohle, durch die Erfahrung hinlänglich bewiesen? wie weit lässt sich die Art, wie das geschieht, aus den Gründen der Chemie er-

klären? und was lässt sich noch weiter davon für Gebrauch machen?

C. Was weiss man bis jetzt über den Lauf oder die Bewegung des Safts in den Pflanzen? Wie ließe sich eine vollständigere Kenntniß von dem erlangen, was hierin noch dunkel und zweifelhaft ist? Und führt das, was in dieser Hinsicht durch entscheidende Versuche gut bewiesen ist, schon auf nützliche Fingerzeige für die Kultur der Bäume und Pflanzen?

Für das gegenwärtige Jahr hat die Gesellschaft beschlossen, folgende vier neue Preisfragen aufzugeben, für welche der äusserste Termin der Concurrenz gleichfalls der 1ste November 1805 ist.

I. Da die Erfahrung von Zeit zu Zeit gelehrt hat, dass Regenwasser, welches durch bleierne Rinnen fliesst, oder in Bleigefäßen aufgefangen wird, so mit Blei geschwängert ist, dass es sehr ungesund wird, ja manchmal selbst gefährliche Krankheiten veranlaßt, und da die auf andern Wegen mit Blei vermischtten Speisen und Getränke der Gefundheit in verschiedenen Graden gefährlich werden; so verlangt die Gesellschaft: Eine deutliche und kurze, dabei aber doch vollständige Abhandlung über diesen Gegenstand, damit man durch sie auf Vergiftungen durch Blei und die Vorfichtsmittel, um solche zu vermeiden, mehr aufmerksam gemacht werde. Die Gesellschaft wünscht vorzüglich: 1. dass man durch Versuche und Beobachtungen die Fälle ausmittle, in welchen allein das Blei das Wasser vergiftet. Ob dazu Bleiplatten nach Verschiedenheit der Art, wie sie fabricirt werden, mehr oder weniger geeignet sind? ob dazu das Bleiweiss beträgt, womit man die Breter anzufreichen pflegt, mit denen man die bleiernen Dachrinnen bedeckt? und welches die sichersten Mittel sind, die Vergiftung des Wassers durch Blei zu verhindern, wenn man sich des Bleies zu Rinnen bedient. 2. Dass man zeige, ob man hinläng-

lich Ursache habe, anzunehmen, wie es vor einigen Jahren geschah, dass die Bleiglasur manches Töpfergeschirrs die Speise vergifte, und was in diesem Falle zu beobachten ist, um die daher entstehende Gefahr zu vermeiden.

II. Ist die schootische Eiche, (*Pinus silvestris*;) der schicklichste Baum, um damit die dürren Landstriche der batavischen Republik zu bepflanzen, und sie durch das jährlich abfallende Laub zu verbessern und zu einer einträglicheren Kultur fähig zu machen? oder kennt man andere Bäume oder Sträuche, die auf einigen der dürren Landstriche hierzu zweckmässiger sind? Wo hat man hier oder anderwärts Nutzen von Fichtenpflanzungen auf dürren Landstrichen wahrgenommen, und welche Regeln hat die Erfahrung im Anpflanzen der Fichten auf verschiedenem Boden gelehrt, um den besten Erfolg zu erhalten?

III. Ist die Verminderung des Lachses in unsren Strömen und die Abnahme des ehemahls so blühenden Lachsanges in der That dem Fange der jungen Lachse in Reussen, um den Aalen als Lockfische zu dienen, und der Vermehrung verschiedener fischartiger Wasservögel zu zuschreiben, (siehe C. Venk's Abh. über den Lachs unsrer Flüsse in Band 2 der Abhandl. der ökonomischen Societät,) oder röhrt sie vielmehr von der immer zunehmenden Menge von Meerschweinen, Delphinen und andern gefrässigen Seethieren her, die sich an unsren Küsten und in den Mündungen unsrer Ströme aufhalten, und die, wie man glaubt, die Lachse verschlingen? Und wie würden in diesem Falle die Meerschweine am besten zu jagen und zu fangen seyn? Die Gesellschaft wünscht, dass man eine kurze Naturgeschichte des Lachses, oder wenigstens so viel davon befüge, als zur Aufklärung der Frage dienlich ist.

IV. Was giebt es für allgemeine, gewisse, und den Gesetzen der Musik entsprechende Regeln, die auf eine absolute Art in Beziehung auf die Sprachen die Harmonie

in der Aussprache bestimmen; und in wie weit hängt hier von die Eleganz einer Sprache, ab?

Die Concurrenz zu folgenden in den vorigen Jahren von der Gesellschaft aufgegebenen Preisfragen läuft mit dem 1sten Nov. 1804 ab.

1. In wie weit lässt sich aus den in den Niederlanden angestellten meteorologischen Beobachtungen die Physik der Winde für dieses Land aufstellen? Welches sind die herrschenden Winde? In welcher Ordnung folgen sie gewöhnlich auf einander? Aus welchen vorher gehenden Umständen lassen sich hier in bestimmten Fällen die Veränderungen des Windes vorher sehen; und welchen Einfluss pflegen diese Veränderungen auf die Veränderung des Wetters zu haben?

2. Die Gesellschaft wünscht zur Beförderung der Naturgeschichte der Niederlande zu erhalten: einen genauen Catalog aller wirklich einheimischen, und nicht bloß hierher versetzten, Säugethiere, Vögeln und Amphibien dieses Landes, mit ihren verschiedenen Namen in den verschiedenen Theilen der Republik, ihre generischen und spezifischen Charaktere nach Linne, und eine Hinweisung auf die beste bekannte Abbildung eines jeden. Bei jedem wären die interessantesten Eigenthümlichkeiten, die Oekonomie, die Zeugung, und die Erscheinung dieser inländischen Thiere betreffend, die man besonders in diesem Lande beobachtet hätte, beizufügen. Was die Vögel betrifft, so wünscht man ein besonderes Verzeichniß von denen, die, ohne hier zu nisten, sich bei uns als Zugvögel oder nur bei besondern Umständen sehen lassen,

3. Da es für die Fortschritte in jedem Theile der Experimentalphysik von grosser Wichtigkeit ist, die vornehmsten Thatsachen deutlich und kurz bei einander ge-

stellt zu sehen, so wünscht die Gesellschaft, dass man aus der grossen Menge von Schriften, die theils in Journals, theils einzeln über die Wirkungen von Volta's electricischer Säule erschienen sind, ausziehe: Eine Abhandlung, welche die vornehmsten Thatfachen, mit denen Volta's electrische Säule uns bis jetzt bekannt gemacht hat, und die Versuche über ihre Wirkungen darstellt. Es ist hierbei das durch Versuche Dargethane von dem, was blos als Hypothese zu betrachten ist, sorgfältig zu trennen, und man erwartet blos die Hauptphänomene in einem klaren und kurzen Aufflatze, mit Uebergehung aller wenig interessanten Beobachtungen und Versuche, und mit genauer Citation der gebrauchten Schriften dargestellt zu sehen.

4. Welches sind die Grundsätze der Physik des Feuers, die Erzeugung, Mittheilung und Einschliessung der Wärme betreffend, die man kennen muss, um zu beurtheilen, wie sich mit den Brennmaterialien zu verschiedenem Gebrauche am ökonomischsten heitzen lässt? und wie lassen sich wohl diesen Grundsätzen gemäss, die Feuerstätte zur Heitzung der Zimmer, und die Oefen in den Küchen verbessern, um mit den unter uns üblichen Brennmaterialien möglichst ökonomisiren zu können?

5. Was weiss man bis jetzt über die Ursachen des Verderbnisses stehender Gewässer, und lassen sich daraus, oder aus entscheidenden Versuchen, die wirksamsten unschädlichen Mittel herleiten, um dem Verderbnisse stehender Gewässer zuvor zu kommen?

6. Welches Licht hat die neuere Chemie über die Physiologie des menschlichen Körpers verbreitet?

7. In wie weit hat dieses Licht gedient, besser als zuvor, die Natur und die Ursachen gewisser Krankheiten aufzuklären; und was für nützliche, mehr oder minder durch Erfahrung bewährte Folgen lassen sich daraus für die medicinische Praxis ziehen?

8. In wie fern hat uns die neuere Chemie bestimmte Begriffe über die Wirkungen einiger längst gebrauchter oder erst neuerlich empfohlener, innerer oder äußerer Heilmittel verschafft; und welche Vortheile lassen sich von einer solchen genauern Kenntniß für die Behandlung gewisser Krankheiten erwarten?

Mehrere Gelehrte haben bei den Anwendungen, die sie von den Grundsätzen der neuern Chemie auf Physiologie, Pathologie und Therapie machten, unbegründete Hypothesen mit eingemischt; ein Verfahren, welches unstreitig höchst schädlich für die Fortschritte dieser Wissenschaften ist, die aus der neuern Chemie so viel Aufklärung erhalten könnten, wosfern man nur, nach Lavoisier's Regel, nichts in der Chemie und in den Anwendungen der chemischen Grundsätze annimmt, als was auf entscheidende Versuche gegründet ist. Die Gesellschaft wünscht daher, dass diejenigen, welche auf diese Fragen antworten wollen, das wirklich Dargethane von dem bloß Hypothetischen mit Präcision unterscheiden, und dass man, was die Hypothesen betrifft, sich begnüge, sie anzudeuten, und nur kurz zu beweisen, wie wenig sie gegründet sind. Denn der Hauptzweck der Gesellschaft bei diesen Fragen ist, den praktischen Aerzten und Chirurgen der batavischen Republik, die mit der neuern Chemie und ihren Anwendungen auf Physiologie, Pathologie und Therapie nicht gehörig fortgeschritten sind, Aufsätze zu verschaffen, aus denen sie sich über das Licht belehren können, welches die neuere Chemie über diese Wissenschaften schon verbreitet hat, und was darin noch zu wenig gegründet, zu übereilt, oder zu zweifelhaft ist, um sich darauf verlassen zu können. Auf jede einzelne dieser drei Fragen wünscht man eine einzelne Abhandlung.

Folgende Preisfragen bestehn fortdauernd für eine unbefristete Zeit.

I. Was hat die Erfahrung über den Nutzen einiger dem Anscheine nach schädlicher Thiere, besonders in den Niederlanden, gelehrt, und welche Vorsicht muss deshalb in ihrer Vertilgung beobachtet werden?

II. Welches sind die ihren Kräften nach bis jetzt wenig bekannten einheimischen Pflanzen, die in unsren Pharmacopöen mit Vortheil gebraucht werden, und ausländische ersetzen könnten? Abhandlungen, welche hierüber der Gesellschaft eingereicht werden, müssen die Kräfte und Vortheile dieser einheimischen Arzneimittel nicht mit Zeugnissen blos von Ausländern, sondern auch mit Beobachtungen und Versuchen, die in unsren Provinzen angestellt sind, belegen.

III. Welcher bisher nicht gebrauchten einheimischen Pflanzen könnte man sich zu einer guten und wohlfieilen Nahrung bedienen, und welche nahrhafte ausländische Pflanzen könnte man hier anbauen?

IV. Welche bisher unbenutzte einheimische Pflanzen geben, zu Folge wohl bewährter Versuche, gute Farben, die sich mit Vortheil in Gebrauch setzen lassen? und welche exotische Farbepflanzen lassen sich auf wenig fruchtbarem oder wenig bebautem Boden dieser Republik mit Vortheil ziehen?

Noch erinnert die Gesellschaft, dass sie schon in der außerordentlichen Sitzung vom Jahre 1798 beschlossen hat, in jeder jährlichen außerordentlichen Sitzung zu deliberiren, ob unter den Schriften, die man ihr seit der letzten Sitzung über irgend eine Materie aus der Physik oder Naturgeschichte zugeschickt hat, und die keine Antworten auf die Preisfragen sind, sich eine oder mehrere befinden, die eine außerordentliche Gratification verdienen, und dass sie der interessantesten der-

selben die silberne Medaille der Societät und 10 Dukaten zuerkennen wird.

Die Gesellschaft wünscht mögliche Kürze in den Preisabhandlungen, Weglassung von allem Außerwesentlichen, Klarheit und genaue Absonderung des wohl Bewiesenen von dem, was nur Hypothese ist. Alle Mitglieder können mit concurriren; nur müssen ihre Aufsätze und die Devisen mit einem L bezeichnet seyn. Man kann holländisch, französisch, lateinisch oder deutsch antworten; nur muss man mit lateinischen Buchstaben schreiben. Die Abhandlungen werden mit den versiegelten Devizenzetteln eingeschickt an den Herrn van Marum, Sekretär der Gesellschaft. — Der Preis auf jede Frage ist eine goldene Medaille, 30 Dukaten werth, mit dem Namen des gekrönten Verfassers am Rande, oder diese Geldsumme. Wer einen Preis oder ein Accessit erhält, ist verpflichtet, ohne ausdrückliche Erlaubniß der Gesellschaft seinen Aufsatz weder einzeln, noch sonst wo drucken zu lassen.

Die Gesellschaft hat ernannt zu *Directoren* in Harlem: die Herren D. J. Canter Camerling, Bürgermeister; P. N. Quarles, Rathsherrn; W. P. Barnaart. Außerhalb der Stadt: die Herren R. J. Schimmelpenninck, Gefandten der batav. Republ. in Paris; D. R. Wykerheld Bisdom, Grand Baillif zu Leiden; A. C. W. Staring van de Wildeborg, Gouvernementsmitglied des Departements Geldern; und J. N. van Eys, Rath der Stadt Amsterdam.

Und zu *Mitgliedern* die Herren Parrot, Prof. der Experimentalphysik zu Dorpat; L. W. Gilbert, Prof. der Physik und Chemie zu Halle; D. J. Römer, Prof. der Botanik zu Zürich; W. L. A. Matthiæ, Prof. zu Blankenburg; Adolph Dankelmann zu Batavia; Joh. Calkoen zu Amsterdam; Jac. Puijn, Chirurg und Accoucheur zu Harlem.

IX.

PHYSIKALISCHE PREISFRAGEN

der Utrechter Gesellschaft der Künste
und Wissenschaften,

ausgef. in ihrer Zusammenkunft am 15ten Junius 1803,
auf den 1sten Oct. 1805.

Preis 30 Dukaten, in einer goldenen Medaille, oder in Natur. — Die Abhandlungen müssen, wenn sie deutsch sind, wenigstens mit lateinischen Lettern geschrieben seyn, und entweder dem Prof. Rossyn oder dem Dr. van Toulon in Utrecht eingeschickt werden. Sie bleiben Eigenthum der Gesellschaft, und dürfen nirgends anders abgedruckt werden.

1. „Da die neuesten Beobachtungen und Versuche über die *Electricität*, über den *Zitteraal* und ähnliche Fische und über die *Galvanische Kraft*, eine so grosse Aehnlichkeit in ihrer Natur, und zugleich eine so merkbare Verschiedenheit in ihren Wirkungen anzudeuten scheinen; so wird eine vergleichende Darstellung dieser Kräfte und ihrer Wirkungen verlangt, die deutlich entwickelt und auf Versuche gegründet seyn muss.“*)

2. „Welches sind die Ursachen, wārum die jetzt herrschenden Krankheiten der verschiedenen Jahreszeiten bei unsren Landsleuten nicht so einfach mehr sind, als in früheren Zeiten? ob die Ursachen einer ansteckenden, galligen, schleimigen Art und mehrere andere zugleich Statt finden? Welches ist der beste Weg, im An-

*) So weit wir bis jetzt die Wirkungen des Galvanismus kennen, scheinen Cavendish und Volta diese Frage schon vollständig beantwortet zu haben. d. H.

fange solcher Krankheit sicher zu unterscheiden, welche von diesen Quellen die Oberhand hat, und wie ist darnach die Heilmethode einzurichten?" Diese Frage war schon für 1800 aufgegeben, blieb aber ohne Antwort.

Eine andere, schon 1799 aufgegebene und 1802 mit *doppeltem Preise* erneuerte Frage, für den 1^{ten} Oct. 1804, betrifft die so genannte *Humoral - Pathologie*: „Welche eigenthümliche Krankheiten und Fehler der Säfte, die Gaubius aufführt, wirklich im Körper Statt finden, und welche bloß eingebildet sind? In wie fern solche Krankheiten von der eignen und ursprünglichen Ausartung der Säfte entstehen können, und ob sie von den veränderten Lebenswirkungen der Gefäße und festen Theile allein, oder vorzüglich abhängen? Welches sind die Heilmittel, und wie ist die Wirkung derselben zu beweisen?“

Der besten Abhandlung aus irgend einem Fache der *Chemie*, und ihrer Anwendungen, welche vor dem 1^{ten} Oct. 1804 eingesendet wird, ist eine Medaille von 20 Dukaten, und dem Accessit eine silberne Medaille bestimmt.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1804, ACHTES STÜCK.

I.

PRÜFUNG

der Hypothese des Grafen von Rumford
über die Fortpflanzung der Wärme
in den Flüssigkeiten.

vom

Hofrath P a r r o t,
Prof. d. Phys. auf der Univers. zu Dorpat.

Zweiter Abschnitt.

Widerlegung des Satzes der absoluten
Nichtleitung durch directe Versuche, und
Aufstellung eines neuen wichtigen Sat-
zes in der Lehre der Wärme-
leitung.

Der Herr Graf von Rumford stützt seinen
Beweis, daß die Flüssigkeiten absolute Nichtleiter
der Wärme sind, auf folgenden Hauptschluß, der
allen seinen Untersuchungen hierüber zum Grunde
liegt.

„Wenn die Flüssigkeiten absolute Leiter der War-
me sind, so müssen sie, wie die festen Körper, die
Annal. d. Physik. B. 17. St. 4. J. 1804. S. 8.
Aa

„Wärme nach allen Richtungen und in allen Fällen leiten, und also auch in solcher Richtung, wo man erweisen kann, dass keine Strömungen innerhalb der Flüssigkeit Statt finden. Ein solcher Fall tritt ein, wenn man die Flüssigkeit, wenn sie über 40° F. warm ist, von oben erwärmt, oder, wenn ihre Temperatur unter 40° F. beträgt, von unten erkältet, weil alsdann der specifisch leichtere Theil der Flüssigkeit beständig oben seyn wird, und also keine Strömungen erzeugen muss, um den Gesetzen der Hydrostatik zu gehorchen. Nun aber zeigen die Versuche, dass die Wärme in diesen beiden Fällen sich durch die Flüssigkeiten nicht fortpflanze. Also sind die Flüssigkeiten absolute Nichtleiter der Wärme.“

Wie wenig der Minor dieses Syllogismus als wahr angesehen werden darf, habe ich hinlänglich gezeigt. Allein der Major ist wahr. Noch mehr, auch das Umgekehrte derselben ist wahr, und wir dürfen dreist behaupten, dass, wenn die Wärme in den Flüssigkeiten fortgepflanzt wird, auch in den angeführten Fällen da eine Strömung unmöglich gemacht worden ist, die Flüssigkeiten absolute Wärmeleiter sind, da sonst kein bekanntes mechanisches Naturgesetz die Phänomene der Wärmeleitung in diesen Fällen zu erklären vermögend ist. Der Minor, welchen ich zu meinem Syllogismus nötig habe, nämlich, dass auch in diesen Fällen Wärmeleitung Statt finde, will ich nun durch directe Versuche strenge beweisen.

Meinen Apparat stellt Fig. 1, Taf. V, in halber Naturgrösse vor. Ein heberförmig gebogenes Quecksilberthermometer mit seiner Scale, deren

unterste Eintheilung den Raumürischen o Grad anzeigen, und das so gefüllt ist, dass dieser o Grad in dem langen Schenkel sich befindet; wird mit einer oben und unten offenen Glasröhre so verbunden, dass die Kugel und ein Theil ihrer Röhre in der grossen Röhre von unten herauf hervor ragt. Der untere Theil der Röhre ist vermittelst eines Korks, durch welchen das Thermometer geht, wasserdicht verschlossen. Oben ist an der Scale ein messingener Haken befestigt, an welchem ein eiserner Cylinder an einem Drahte in der Glasröhre hängt. Mehrere Drähte, die man in Bereitschaft hält, verstatthen es, den eisernen Cylinder mehr oder minder tief zu hängen. Der Cylinder, wie auch die Kugel des Thermometers, passen so in die Glasröhre, dass man zwischen sie und die Röhre nichts als eine Papierdicke stecken kann. Eine messingene Zwinge am untern Theile der Glasröhre angekittet, trägt auf 3 Füssen von starkem Messingdrahte den ganzen Apparat, den ich der Kürze halber das *Heberthermometer* nennen will. Da ich wünsche, dass andere Naturforscher durch Wiederholung der wichtigen Versuche, die ich mit diesem Instrumente angestellt habe, sich von ihrer Richtigkeit selbst überzeugen möchten, und die Übereinstimmung der Resultate hier, wie gewöhnlich, von der Übereinstimmung der Instrumente abhängt, so habe ich absichtlich diesen Apparat so genau als möglich gezeichnet. Indess ist eine auffallende Zahlübereinstimmung in den Resultaten nichts weniger als zur Bestätigung meiner Sätze

nothwendig, und jedes ähnliche heberförmige Thermometer, dessen Kugel den Durchschnitt der Glasröhre beinahe völlig ausfüllt, und jeder Cylinder von einer festen gut leitenden Substanz, leisten die nöthigen Dienste.

Der Gebrauch ist folgender: Ich fülle eine Flüssigkeit von gleicher Temperatur als die äußere Luft, in die Röhre des Instruments in solcher Menge, dass, wenn der eiserne Cylinder in die Röhre hinein gesenkt wird, die Flüssigkeit an dessen Seiten zwischen ihm und der Glasröhre hinauf steige. Ehe aber der Cylinder versenkt wird, wird er bis auf den Siedepunkt des Wassers erhitzt, und zwar folgender Massen: Da mir keine Methode bekannt ist, die Temperatur eines festen Körpers unmittelbar und genau zu erfahren, so lasse ich für jeden Versuch den Cylinder 5 Minuten lang in beständig stark kochendem Wasser liegen. Dort mag er nun die völlige Siedebitze durch und durch erhalten oder nicht; eine gleiche Temperatur wird er immer annehmen, wenn nur die Barometerstände während der Versuche nicht beträchtlich verschieden sind; und dieses ist hinreichend zu der Abficht, die ich mit diesem Apparate habe. Beim Herausnehmen wird er schnell abgewischt, doch nicht sehr sorgfältig, um keine beträchtliche Erkaltung zu bewirken. Gleich nach dem Einfüllen des Cylinders wird der Stand des Thermometers an der Scale von Minute zu Minute beobachtet und aufgeschrieben. Durch diese Vorrichtung erreicht man folgende Abfichten.

a. Man lässt eine Flüssigkeit von oben erwärmen, und die Wärme nach unten sich fortpflanzen bis zur Thermometerkugel. Da ich nie anders als in einer Temperatur von 12° bis 15° R. die Versuche anstelle, so habe ich die Gewissheit, dass der erwärmte Theil der Flüssigkeit zuverlässig der leichtere ist, mithin oben bleibt, und folglich, dass die Erwärmung keine Strömung zwischen dem Cylinder und der Thermometerkugel bewirkt.

b. Da der Cylinder so genau in die Röhre passt, dass nur noch eine Papierdicke Zwischenraum Statt findet, so kann man wohl als ganz gewiss annehmen, dass in diesem Zwischenraume durchaus keine Strömung der Flüssigkeit, die ihn ausfüllt, möglich ist. Man denke an die Dünne der beiden Schichten, welche an einander strömen müssten, an den Widerstand der Adhäsion der Flüssigkeit am Cylinder, am Glase und an sich selbst, an die daraus entstehende Friction, und endlich an den äußerst kleinen Unterschied der Temperatur, welche diese zwei Schichten haben würden; so wird man wahrlich mir dieses zugeben müssen.

c. Vermöge des eben so engen Zwischenraums zwischen der Thermometerkugel und der Glasröhre kann keine Strömung zwischen der Flüssigkeit über und unter der Kugel Statt finden.

d. Der angeführte kleine Zwischenraum zwischen Cylinder und Glasröhre entfernt gleichfalls die Möglichkeit einer mechanisch erregten Strömung oder Oscillation in der untern Flüssigkeit, in-

dem der Cylinder langsam und ohne Seitenabweichung herunter gelassen werden kann.

Da ich nun durch die Versuche mit diesem Heberthermometer allgemein prüfen wollte, ob die Flüssigkeiten überhaupt Wärmesitzungsfähigkeit haben oder nicht; so versuchte ich es mit *Luft*, *Wasser* und *Quecksilber*. Ich möchte nicht Oehle noch dazu nehmen, weil es fast unmöglich gewesen wäre, dann das Instrument zu reinigen. Um ja mehrere Versuche und mehrere Fälle zu haben, stellte ich den Versuch mit jeder Flüssigkeit vierfach an, so dass die untere Fläche des Cylinders in verschiedenen Entfernungen von der Thermometerkugel stand, zuerst $1''$, dann $3''$, dann $6''$, endlich $12''$. Und so, glaube ich, dass man die Resultate als allgemein geltend ansehen wird. Dass ich nach jedem Versuche sehr pünktlich dafür sorgte, dass Gefäße und Flüssigkeiten genau die Temperatur der umgebenden Luft hatten, brauche ich wohl nicht zu erinnern. In allen diesen Versuchen beobachtete ich, bis ich gewiss war, dass das Quecksilber im Heberthermometer nicht mehr stieg. Dann beobachtete ich die Temperatur der Flüssigkeit mit einem andern sehr kleinen und sehr empfindlichen Thermometer, nachdem ich den eisernen Cylinder heraus gezogen hatte. Nur mit der Luft geschah es nicht, weil es nichts gelehrt haben würde, indem gänzliche Vermischung mit der äussern Luft beim Herausziehen des Cylinders unvermeidlich war.

Versuche mit Luft.

Zeit in Minuten.	IIter	IIter	IIIter	IVter
	Abstand 1 ¹¹¹	Abstand 3 ¹¹¹	Abstand 6 ¹¹¹	Abstand 12 ¹¹¹
Temperatur am Hebertherm. in R. Graden.				
0	12,9	13,2	13,8	13,4
½	13,9	13,6	13,9	13,45
1	14,5	14,0	14,0	13,5
2	17,1	15,1	14,25	13,6
3	18,8	16,0	14,7	13,85
4	19,9	16,7	15,1	14,1
5	20,7	17,5	15,6	14,2
6	21,1	18,1	15,9	14,3
7	21,3	18,6	16,1	14,4
8	—	18,7	16,2	14,45
9	—	18,75	16,3	14,5
10	—	18,75	16,3	14,5
11	—	—	—	14,65
12	—	—	—	14,7
13	—	—	—	14,7

Folgendes ist über diese Versuche einzeln zu bemerken:

Zu I. Bei dem Herausnehmen des Cylinders fiel das Heberthermometer schnell um 0,2.

Zu II. Ich hatte den Einfall, die Temperatur einmahl über dem Cylinder zu Ende des Versuchs zu beobachten, und fand sie = 24,5. Beim Herausziehen des Cylinders bemerkte ich kein Fallen des Quecksilbers im Heberthermometer.

Zu III und IV. Beim Herausziehen des Cylinders änderte sich der Stand des Heberthermometers nicht.

Allgemein muss bemerkt werden, dass, bei diesen und allen folgenden Versuchen mit diesem Apparate, der Cylinder nicht so vollkommen abge-

trocknet werden konnte, dass nicht etwas Nässe daran kleben blieb. Daher zeigte sich am oberen Theile der Glasröhre, innerhalb, über dem Cylinder jederzeit ein Niederschlag von Wasserdunst, der gegen Ende des Versuchs zum Theil, etwa 4¹¹¹ vom Cylinder an gerechnet, verschwunden war.

Versuche mit Wasser.

Zeit in Minuten.	Vter	VIter	VIIter	VIIIter
	Abstand 1 ¹¹¹	Abstand 3 ¹¹¹	Abstand 6 ¹¹¹	Abstand 12 ¹¹¹
Temperatur im Hebertherm. in R. Graden.				
0	14,25	14,25	14,0	14,25
½	16,0	14,7	—	—
1	18,0	16,0	—	—
2	21,9	17,0	14,25	—
3	23,5	18,0	14,75	—
4	24,1	19,0	15,7	14,30
5	24,3	19,7	16,1	14,50
6	24,2	20,5	16,7	14,60
7	—	21,0	16,9	14,70
8	31,0	21,3	17,2	14,85
9	—	21,3	17,4	14,95
10	—	21,5	17,5	15,00
11	—	29,1	17,6	15,05
12	—	—	17,7	15,10
13	—	—	17,6	15,20
14	—	—	18,3	15,30
15	—	—	23,5	15,35
16	—	—	—	15,35
17	—	—	—	15,35
			16,6	
			20,5	

Von den zwei abgesonderten Beobachtungen am Ende jedes Versuchs bedeutet die obere den Zustand des Heberthermometers, nachdem der Cylinder heraus genommen war; die untere aber die mittlere Temperatur des Wassers mit dem kleinen Thermometer untersucht, nachdem der Cylinder heraus genommen war.

Ueber diese 4 Versuche ist zu bemerken, dass bei jedem so viel Wasser in die Glasröhre eingegossen war, dass der Cylinder sich darein tauchte, und der Raum zwischen ihm und der Röhre bis etwas über den oberen Rand des Cylinders gefüllt wurde, so dass der eiserne Cylinder gleichsam in einem hohlen Cylinder vom Wasser eingeschlossen war.

Es fand ferner noch der Umstand Statt, dass eine Luftblase bei jedem Einsenken des Cylinders sich an seine untere Fläche anhing. Ungeachtet vieler Mühe, die ich mir sonst gab, um den Cylinder so zu senken, dass diese Luftblase nicht entstehen sollte, konnte ich sie doch nicht vermeiden, wenn ich nicht eine Oscillation im Wasser erzeugen wollte. Daher ließ ich sie stehen. Ihre scheinbare Grösse betrug etwa $2^{'''}$ im Durchmesser. Da nun die Luft, wie wir aus den vorher gehenden Versuchen zu schliessen berechtigt sind, weit weniger leitet, als Wasser, so müssen wir annehmen, dass die Resultate dieser Tabelle etwas zu klein sind.

Versuche mit Quecksilber.

Zeit in Minuten.	IXter	Xter	XIter	XIIter
	Abstand 1 ^{mu}	Abstand 3 ^{mu}	Abstand 6 ^{mu}	Abstand 12 ^{mu}
Temperatur im Hebertherm, in R. Graden.				
0	14,3	14,2	14,2	12,6
$\frac{1}{2}$	29,0	25,0	18,5	12,8
1	33,6	29,0	22,6	13,1
2	34,4	30,7	26,6	17,8
3	nicht beob.	30,7	27,4	19,7
4	34,0	nicht beob.	27,4	20,4
5	—	35,2	nicht beob.	20,8
6	—	—	33,2	20,9
7	—	—	—	20,9
			nicht beob.	
			28,1	

Hier konnte ich den Stand des Heberthermometers, gleich nachdem der Cylinder heraus gezogen wurde, nicht beobachten, weil das Quecksilber seiner grossen Leitungsfähigkeit wegen augenblicklich erkaltete. Daher sind auch die Beobachtungen der Temperatur des Quecksilbers durch das kleine Thermometer alle etwas zu klein.)

Bei diesen 4 Versuchen hatte ich nur so viel Quecksilber eingegossen, als nötig war, um den Cylinder bis etwa $\frac{1}{3}$ seiner Höhe unterzutauchen, damit er sich ja vollkommen bis zur gehörigen Entfernung von der Thermometerkugel senke.

Diese zwölf Versuche sind nicht die einzigen, welche ich auf gleiche Art anstellte. Ich hatte mir vorher einen ähnlichen Apparat verfertigt, der nur durch die Dimension der Glasröhre sich von dem beschriebenen unterschied. Die Röhre war beträchtlich kürzer und dünner, aber etwas weiter, so dass rundum zwischen dem Cylinder und Glas ein Raum von mehr als $1\frac{1}{4}$ " übrig blieb. Damit stellte ich mehrere Versuche an, deren Resultate mit den beschriebenen nicht gleich, aber völlig analog waren. An diesen Versuchen übte ich mich gleichsam, so dass ich bei den beschriebenen alle Fertigkeit hatte, um rein zu operiren und genau zu beobachten.

Uebersehen wir nun die Resultate dieser zwölf Versuche, so sehen wir Flüssigkeiten, in denen keine Möglichkeit einer innern Strömung vorhanden ist, die Wärme von oben nach unten sehr merklich fortpflanzen, folglich nur vermöge ihres absoluten Leitungsvermögens, und wir werden durchaus genötigt, dieses Leitungsvermögen anzuerkennen.

Doch ich sehe noch eine Einwendung, die Graf von Rumford mir entgegen stellen kann, nämlich die, dass die Glasröhre selbst, nicht die Flüssigkeit, der Leiter der Wärme war. Ich gestehe, dass, als ich die allerersten Versuche angestellte hatte, und die folgenden entwarf, mir diese Einwendung peinigend war. Nicht dass ich wirklich geglaubt hätte, dass das Glas hier die leitende Materie sey, sondern weil es fast unmöglich schien, solche Umstände eintreten zu lassen, wo der Versuch ganz

ren, zugleich von diesem Vorwurfe und von dem der möglichen Strömungen, wäre. Denn nahm ich anstatt der engen Glasküre eine weite, so entstanden Strömungen in der Flüssigkeit, und eine weite Röhre sogar stand in dem Scheine der Leitung in den Augen derjenigen, welche nur dissipieren wollen. Ja, Graf Rumford selbst, dem ich diese Absicht gewiss nicht zutraue, hatte zur Erklärung eines seiner Versuche, wo der Zwischenraum gewiss beträchtlich größer war, als in dem meinigen, zu dieser Erklärungsart seine Zuflucht genommen. — Ich war also, wie gesagt, zum voraus verlegen. Indess nahm ich die beschriebenen zwölf Versuche vor, in der Hoffnung, dass genaue Beobachtung mir vielleicht einen Leitfaden aus diesem Labyrinth reichen würde. Wir wollen nun diese Versuche *im Geiste der Rumfordischen Hypothese* genau beleuchten, und einige Schlüsse daraus ziehen.

Zuerst wollen wir annehmen, das Glas werde durch den Cylinder erwärmt; dass dieses der Fall ist, zeigt schon das Gefühl. Die Wärme breitet sich nun durch dasselbe nach unten aus, dringt in die Flüssigkeit, und erzeugt so die Temperaturerhöhung in der Thermometerkugel. Dieses kann nur vermittelst innerer Strömungen in der Flüssigkeit geschehen: nun ist aber schon früher bemerkt worden, dass zwischen der Flüssigkeit oberhalb und unterhalb der Kugel keine Strömungen möglich sind; folglich muss die Wärme aus den Wänden der Glas-

röhre nur durch partielle Strömungen bis an die Thermometerkugel reichen. Das Resultat der Strömungen im öbern Raume fällt, wenigstens im Anfange, zum Nachtheile der Erwärmung aus, da die wärmere Flüssigkeit vermöge der Strömung sich nach oben zieht, also von der Kugel entfernt. Diese Strömungen können also unmöglich Temperaturerhöhungen von mehr als 10° und 14° in $\frac{1}{2}$ Minute, wie in Versuch IX und X, hervor bringen. Die Strömung in der untern Flüssigkeit wirkt zwar fogleich zum Besten der Erwärmung; aber man vergleiche die angeführten Erwärmungen mit der bekannten schlechten Leistungsfähigkeit des Glases, und versuche es, in dieser kleinen Ursache den Grund zu diesen Wirkungen zu finden.

Es erhellt aber die Unmöglichkeit, daß die Temperaturerhöhung in der Thermometerkugel, nach der Rumfordischen Hypothese der Nichtleitung, der Erwärmung des Glases könne zugeschrieben werden, aus folgender Betrachtung vollkommen und unbedingt. Diese Erwärmung könnte nur durch die eben beschriebenen Strömungen geschehen. Allein die Geschwindigkeit der Strömungen, die durch Temperaturänderung entstehen, mithin die Geschwindigkeit der Wärmeleitung an die Thermometerkugel, muß im Verhältnisse des Ausdehnungsvermögens durch die Wärme stehen. Da aber dieses Ausdehnungsvermögen für Luft, Wasser und Quecksilber sich verhält, etwa wie die Zahlen 411, 12 und 14, so sollten die Er-

wärmungsgeschwindigkeiten und die Erwärmungsgrade in diesen verschiedenen Flüssigkeiten sich daran richten, welches offenbar nicht geschieht, da das Quecksilber die Wärme viele Mahl schneller fortpflanzt, als die Luft und das Wasser. Dieses beweiset offenbar, dass die Wärmemiththeilung von einer eigenthümlichen Eigenschaft jeder Flüssigkeit, welche von dem Ausdehnungsvermögen durch die Wärme, mithin von den Strömungen unabhängig ist, herrührt.

Allein ich gehe noch weiter, und frage, wie der Glascylinder zu seiner ihm mitgetheilten Wärme kommt? Wir wollen vorzüglich die Versuche mit Wasser nehmen. Hier steckte der eiserne Cylinder ganz in einer Hülle von Wasser, und ich glaube nicht, dass er in einem einzigen Punkte das Glas berührt habe, weil das Wasser, vermöge der Adhäsion, sich in die kleinsten Zwischenräume einzwinge, und so den Cylinder überall vom Glase entfernt halten musste. Der Zwischenraum, der etwa $\frac{1}{12}$ Zoll ausmachte, und mit Wasser angefüllt war, konnte keine Strömung gestatten, und lieferte also in der Rumfordischen Hypothese eine vollkommene Isolirung zwischen dem Eisen und dem Glase. Dennoch die Schicht nur etwa $\frac{1}{12}$ Zoll dick war, so enthielt sie doch wohl mehrere Schichten von Elementartheilchen des Wassers, da wir wissen, dass Haarröhren von einem weit geringern Durchmesser sich noch mit zusammen hängenden Wassersäulen füllen. Will man also in dieser Hypothese consequent schliessen, so muss man entweder annehmen,

dass das Wasser ein absoluter Wärmeleiter ist, oder man muss schliessen, dass die Glasröhre keine Wärme erhielt, welches wider die Erfahrung und die erste Voraussetzung ist.

Diese Beleuchtung der zwölf Versuche im Sinne der gemachten Einwendung, könnte schon als hinlänglich zur Widerlegung dieser Einwendung angesehen werden. Allein ich war nicht ruhig, bis ich durch neue directe Erfahrungen gezeigt habe, wieviel wahrhaftig die Temperatur des Heberthermometers der Leitung der Glasröhre nicht zugeschrieben werden kann. Nach manchen fruchtlosen Bemühungen noch einen entscheidenden Versuch zu erfinden, verfiel ich auf den folgenden, der, glaube ich, allen Forderungen Genüge leistet.

Ich füllte in mein Instrument wieder Quecksilber bis $\frac{1}{2}'''$ über die Kugel, goss dann $1'''$ hoch Wasser darauf, und versenkte meinen heißen Cylinder darein, so dass er um $3'''$ von der Kugel entfernt war, also $\frac{1}{2}'''$ Luft zwischen sich und dem Wasser ließ, und urtheilte folgender Massen: Ge- schieht die Erwärmung der Kugel durch die Leitung des Glases, vermittelst der Strömung über und unter der Kugel, so muss die Erwärmung der Kugel nun wenigstens eben so gross seyn, als da bloßes Quecksilber in der Röhre war; denn die Wasser- und Luftsicht kann keinen Einfluss, besonders auf das Quecksilber unter der Kugel haben. Ferner ist oberhalb zwar Wasser, welches mehr Wärme verschluckt, als Quecksilber, aber auch dafür weniger Quecksilber, und zwar ziemlich im

Verhältnisse der Capacitäten für die Wärme. Außerdem aber ist eine geringere Menge von Quecksilber über der Kugel der schnellen Erwärmung in der Rumfordischen Hypothese günstig, weil die Strömungen nicht so lange dauern müssen, um die warmen Schichten an die Kugel zu bringen. Im Fall also die Erwärmung der Kugel von der Glasküvette herrührte, so ist der Versuch gewiss so angelegt, dass wenigstens keine geringere Erwärmung erfolgen darf, als in Versuch IX. Findet man aber eine geringere Erwärmung, so ist es ein sicherer Beweis, dass die Wärme überhaupt einen andern Weg nimmt. Hier das Resultat des Versuchs:

XIII.	
Zeit.	Temperatur.
0	12°,5
$\frac{1}{2}$	12,8
1	13,6
2	15,4
3	16,3
4	16,7
5	17,1
6	17,3
7	17,3
Wasser	19 9

Auffallender konnte das Resultat nicht gewünscht werden, um den Satz, den ich erweisen will, zu beweisen, und so glaube ich auch den letzten Schlupfwinkel der Nichtleitungshypothese vernichtet zu haben. *)

Indes will ich noch 2 Versuche dieser Art hier anführen, nicht zur Unterstützung des vorher gehenden, der dessen nicht bedarf, sondern in anderer Rücksicht. In XIV hatte ich über der Kugel $1\frac{1}{2}$ "

Queck-

*) Auf eine noch directere Art heben Murray's Versuche in einem Gefäss aus Eis, *Annalen*, XIV, 158,

Quecksilber, und dann so viel Wasser, dass der Cylinder darein tauchte, wie in V., VI., VII. und VIII. In XV. hatte ich 2^{1/2}" Quecksilber, das Uebrige Luft. Der Cylinder hing, wie in XIII., 3^{1/2}" über der Kugel.

Zeit in Minuten.	XIV. XV.	
	Temper. im Hebertherm.	
0	12,3	12,4
$\frac{1}{2}$	13,8	14,1
1	16,7	14,1
2	19,3	15,7
3	20,9	16,4
4	21,4	17,0
5	21,7	17,3
6	21,6	17,3
Wasser	30,9	

Die Resultate dieser beiden Versuche weichen weniger als die des vorher gehenden von IX ab; aber noch genug, um für sich schon das völlig zu beweisen, was sie beweisen sollen. Eine wichtige Frage drängt sich aber hier auf: *Was ist die Ursache zu diesen wirklich ungeheueren Unterschieden?* Diese Frage werde ich nachher beantworten. Vorher muss ich noch über einen nicht minder wichtigen Gegenstand das Versprochene beibringen.

* Ich habe schon erwähnt, dass der Graf von Rumford im zweiten Theile seines VIten Essay's einen Versuch erzählt habe, in welchem gemeines gefärbtes Wasser mehrere Tage lang über salzigem ungefärbten gestanden habe, ohne dass sich *die Farben* der beiden Flüssigkeiten gemischt haben. Mehr beweiset dieser Versuch nicht. Aber Graf Rumford folgert daraus, dass die Flüssigkeiten sich

158, 167, alle Zweifel wegen der Leistungsfähigkeit des Gefäßes. d. H.

Annal. d. Physik., B. 17. St. 4. J. 1804. St. 8.

Bb.

nicht gemischt haben, dass das Salz im untern Wasser geblieben sey, und zieht sogleich den Schluss, dass alle chemische Verwandschaftsäusserungen nichts als Folgen von mechanischen Mischungen sind, welche die Strömungen in den Flüssigkeiten von specifisch verschiedenen Gewichten erzeugen. Da nun dieser Satz gleichsam als eine Ausdehnung desjenigen, der der Gegenstand dieser Abhandlung ist, vom Grafen Rumford selbst angesehen wird, und die Folgerung, welche er aus ihm zieht, über dies von einer unendlichen Wichtigkeit für die gesammte Naturlehre ist; so hielt ich es der Mühe werth, den Versuch mit aller erdenklichen Vorsicht, mit allen Hülfsmitteln, die ich sammeln konnte, zu wiederholen, um über dessen wahren Inhalt urtheilen zu können.

Versuch XVI. Vorerst veranstaltete ich, meiner Gewohnheit gemäss, einen flüchtigen Versuch, um durch denselben alles voraus bemerken zu können, was sich Bemerkenswerthes so wohl in den Handgriffen als in der Beobachtung zeigen würde, und brauchte, in Ermangelung eines Tournesolsläppchens, Lackmusinstinctur. Das Zimmer, wo die Versuche geschahen, war im Rez de chaussée den ganzen Winter unbewohnt und kalt, und ich sorgte für gleiche Temperatur des Wassers. Die Gefäße standen auf einem ungeheizten fast ganz frei stehenden Ofen, der, wie hier zu Lande gebräuchlich ist, auf einem steinernen Fundamente ruhte; dadurch hatte ich, denke ich, alles für die Erhaltung der innern

Ruhe in meinen Wässern gethan. In der That stand die ganze Zeit von 22 Stunden das blaue Wasser völlig unentfärbt, von unten scharf abgeschnitten, und das untere völlig ungefärbt. Bloß gegen Ende verließen sich die Ränder etwas in einander, doch nur sehr wenig, so dass man in der Entfernung von einigen Füßen die Scheidung für ganz scharf ansah. Vielleicht auch schien in der Nähe der Rand des gefärbten Wassers sich gemischt zu haben nur deswegen, weil sich mein Auge nicht völlig in der Horizontalebene der Scheidungsfläche der Flüssigkeiten befand. Nach diesen 22 Stunden zapfte ich jedes dieser Wässer mit einem Heber sorgfältig in abgesonderte Gläser ab, mit der Vorsicht, kein Wasser $\frac{1}{2}$ Zoll über und unter dem Rande mitzunehmen. Ich kostete in Gesellschaft einer meiner hiesigen Collegen, Herrn Prof. German's, die blaue Flüssigkeit. Sie schmeckte scharf-salzig, ob-schon weniger als die ungefärbte; und als ich den grössten Theil derselben auf der Weingeistlampe abrauchen ließ, hatte ich eine nimbafte Portion Kochsalz auf dem Boden.

Dieser Versuch munterte mich auf, den folgenden mit der grössten Sorgfalt, ebenfalls in Gesellschaft des Herrn Prof. German, anzustellen, und zwar mit einem gluckenförmigen Gefäss von 7" Durchmesser und 9" Höhe, um ja Wasser genug zu haben, um alles erforderliche damit anfangen zu können. Ich hatte mich im voraus mit einem gehörig langen, unten fein zugespitzten Glasstrichter ver-

B b a

sehen, und mit einem bequemen Heber. Ferner nahm ich zwei Aräometer zu Hülfe, ein Fahrenheitisches nach Nicholson's Construction, welches 3000 Gran wiegt und für das destillirte Wasser von 14° Temperatur 500 Gran Auflegegewicht erfordert, und bei welchem $\frac{1}{2}$ Gran Zulage sehr merklich ist, womit ich also das specifische Gewicht von Flüssigkeiten bis auf $\frac{1}{100}$ leicht bestimmen kann. Weil aber zuweilen Versehen gemacht werden, wenn man die aufgelegten Gewichte eifrig und folglich schnell zählt, so brauchte ich noch das von Homberg erfundene und von Hassenfratz aufgefrischte und verbesserte Aräometer. Ich habe es noch nicht für destillirtes Wasser angewendet; von dem gefärbten nicht salzigen Wasser enthielt es bei der damaligen Temperatur von $+5^{\circ}$ R. 898 Gran.

Da der vorige Versuch mich belehrt hatte, dass die beiden Wasser sich der Farbe nach völlig unvermischt erhalten, auch wenn sie nicht mit schmelzendem Eise umgeben sind; da ich ferner glaube, dass in der Temperatur des Frierpunkts die Verwandtschaften überhaupt viel schwächer sind, als in höhern, obschon kaltes Wasser so viel Kochsalz auflöst als warmes, und ich außerdem den Versuch so haben wollte, dass er nicht bloß für diesen Fall des Frierpunkts, der sonst fast immer Ausnahmen macht, oder vielmehr oft eine Gränzlinie für abwechselnde Reihen von Phänomenen abgibt: so ließ ich absichtlich das schmelzende Eis weg, und freute mich, dass

ich eine Temperatur von $+4^{\circ}$ bis $+5^{\circ}$ R. hatte, theils) um das Spiel der Verwandtschaften nicht zu sehr zu erhöhen, theils auch vorzüglich, damit, wenn ja eine kleine Veränderung in der Temperatur des Zimmers geschehen sollte, ihre Wirkung auf die Ausdehnung der Flüssigkeiten ein Minimum blieben und also gewiss keine hier gefährlichen Strömungen erzeugen könne. *) Sie geschah, wie gesagt, und betrug beinahe 1° R., also hier nichts bedeutendes. Mit volliger Gewissheit kann ich also darauf rechnen, dass der folgende Versuch als entscheidend angesehen werden kann.

Versuch XVII. Ich bereitete zuerst die beiden Flüssigkeiten mit einerlei Wasser, die salzige ungefärbt und die ungesalzene blau gefärbt, und seihete sie blos durch grobe Leinwand, indem es mir nicht einmal unangenehm war, feine Unreinigkeiten darin zu haben, welche mir Strömungen entdeckt haben.

*) Graf von Rumford selbst führt S. 115 nach de Lüo'schen Beobachtungen an, dass nahe am Frierpunkte die letzten $22\frac{1}{2}^{\circ}$ F. oder 10° R. das Wasser sein Volumen nur um 0,00002 ändert. Nun hatte ich während der 22 Stunden des Versuchs nicht einen vollen Grad Temperaturänderung; folglich konnten sie nicht 0,00002 Änderung in den spezifischen Gewichten ausmachen, also auch wahrlich keine Strömungen erzeugen, die beide Wasser hätten mischen können. Ja, ich glaube, dass man dreist annehmen kann, dass Temperaturänderungen von 20° R. diese Strömungen nicht erzeugen würden.

würden, wenn ja welche Statt gefunden hätten.
Dann bestimmte ich ihr specifisches Gewicht nach
beiden Aräometern. Es war

fürs blaue Wasser:

Ganzes Gewicht des Fahrenheitischen Aräometers	3507
Gewicht des Wasserinhalts im Hombergischen Aräometer	898

für das Salzwasser:

Ganzes Gewicht des Fahrenheitischen Aräometers	3650
Gewicht des Wasserinhalts im Hombergischen Aräometer	939½

Nun goss ich erst die blaue Flüssigkeit in die Vase vorsichtig, wartete es ab, bis alle Oscillationen darin verschwunden waren, und goss dann vermittelst eines langen gläsernen Trichters mit einer sehr engen Oeffnung (von $\frac{1}{10}$ "') das Salzwasser auf den Grund des Gefäßes. Die obere Flüssigkeit stieg völlig horizontal in die Höhe, und von der unteren scharf abgesondert. Damit aber beim Abnehmen des Trichters das Salzwasser, das in dessen langem Halse enthalten war, nicht in die blaue Flüssigkeit käme, verlichliss ich diesen Hals von oben mit einem Korke völlig, so dass, beim Herausnehmen, das Salzwasser in der Röhre wie in einem Stechheber hing, und ganz heraus kam, ohne den geringsten Verlust. Ich hatte also redlich dafür gesorgt, dass durchaus kein Salz in die obere Flüssigkeit kam, als dasjenige, was von selbst aufsteigen würde.

Während 22 Stunden fand ich beide Flüssigkeiten dem Scheine nach völlig unvermischt, nur schien die Gränze etwas weniger scharf als beim Einsetzen. Indes hatten meine Familie und meine Domestiken den Befehl erhalten, keine Thür im Hause zuzuschlagen. — Etwa in der 22sten Stunde zapfte ich beide Flüssigkeiten mit einem Heber ab, jede in ein besonderes Gefäß, mit der Vorsicht, wenigstens 1 Zoll Wasser über und unter der Gränze stehen zu lassen, um ja der etwas verwischten Gränzlinie nicht nahe zu kommen. Nun wog ich beide Wasser wieder und fand:

für das blaue Wasser:

Ganzes Gewicht des Fahrenh. Aräom.	3513
Gewicht des Wasserinhalts im Hombergischen	
Aräometer	902

für das ungefärbte Salzwasser:

Ganzes Gewicht des Fahrenh. Aräom.	3630
Gewicht des Wasserinhalts im Homb. Aräom.	935

Aus diesen Gewichtsunterschieden beider Flüssigkeiten vor und nach dem Versuche ist es offenbar, dass das blaue Wasser Salz erhalten, das ungefärbte aber Salz verloren hatte. Noch mehr zeigte das der Geschmack; am deutlichsten die Abdampfung. Denn ich erhielt durch die Abdampfung von 898 Gran des blauen salzig gewordenen Wassers einen Bodensatz von 18 Gran, der allerdings nicht bloßes Salz war, da ich wüsste, dass, außer dem blauen Pigmente, das ungesalzene Wasser noch kohlensäuren Kalk enthielt. Ich nahm also unge-

selzenes blaues Wasser von dem nämlichen Versuche, und rauchte eine gleiche Menge ab, und fand nun den Bodensatz = $12\frac{1}{2}$ Gran, so dass die eigentliche Salzmenge $5\frac{1}{2}$ Gran, und der Gehalt also etwa $\frac{1}{15}$ ausmachte.

So sah ich gleichsam im Geiste das Salz aus dem untern Wasser ins obere wandern; allein ich wollte gern es mit den leiblichen Augen auch sehen. Kochsalz konnte ich zwar nicht auf eine sichtbare Art wandern lassen, wohl aber andere Stoffe. Ich nahm daher am nämlichen Tage etwas Schwefelsäure, verdünnte sie in sehr vielem Wasser, so dass ihr specifisches Gewicht im Hambergischen Aräometer 922 nach Herstellung der Temperatur betrug, da hingegen das blaue ungefärbte Wasser wie vorher 898 wog. Diese beiden Flüssigkeiten behandelte ich auf eine ähnliche Art und mit den nämlichen Vorsichten wie das Salzwasser. Zugleich hatte ich ein Glas voll blauen Wassers daneben aufgestellt, um die Farbenänderungen in der über der Säure schwebenden blauen Flüssigkeit genau schätzen zu können. So wie die Säure mit der grössten Vorsicht über die Lackmusinstinctur kam, röthete sich augenblicklich die blaue Gränze, ohne sich zu verwischen, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll hoch völlig, und die obern Schichten wurden gleich violett. Nach und nach nahm die rothe Farbe in den obern Schichten zu; gegen Abend war sie hochroth; am folgenden Morgen, als ich den Versuch mit Salzwasser beendigte, war alle obere Flüssigkeit bläss rosenroth. Früher

hatte die Gränze angefangen, sich zu verwischen; das kam aber nicht von einer mechanischen Vermischung her, sondern weil die Farbe durch den unmittelbaren Contact der Säure anfang zerstört zu werden. Ein anderes Glas, gleichfalls mit Lackmusstückchen und Säure gefüllt, gab ganz ähnliche Resultate, nur schneller, weil die Farbe weniger intensiv war, als im andern größern Glase. Ich wog nun beide Flüssigkeiten im Hombergischen Aräometer, und fand die rothe = 907, die ungefärbte 918. Ein offensichtlicher Beweis, dass die Säure in namhafter Menge übergetreten war.

Diese wichtigen Facta zeigen uns unwidersprechlich, dass chemische Mischungen, völlig ohne mechanische geschehen können, nur langsamer, dass also mechanische Vermischungen, wenn sie bei chemischen Stoffen finden, durchaus unwesentlich, eigentlich zufällig sind.

Man erlaube mir, den disputatorischen Theil dieser Abhandlung mit einer gewiss nicht ganz unwichtigen Bemerkung zu schließen. Wenn ein Mann von so entschiedenen Verdiensten, von einem so vorzüglichen Scharfsinne für physikalische Untersuchungen, als der Gr. von Rumford, so weit die Wahrheit verfehlt hätte, besonders bei der Menge von Versuchen, die er anstellte; so dürfen wir, glaube ich, uns zur festen Regel in physikalischen Untersuchungen machen, wenn es darauf ankömmt, ganz neue Naturgesetze aufzustellen, durchaus nie dem indirekten Wege der Forschung zu trauen, und

besonders nie auf einzelnen Versuchen ein Gebäude von Lehrsätzen aufzubauen, so lange noch irgend etwas in diesen Versuchen unausgemacht bleibt, es mag übrigens noch so unwahrscheinlich seyn, dass dieses Unbekannte auf unsre vorhabende Arbeit Einfluss habe. Zwar geht es nicht immer an, den Gegenstand so vollständig zu behandeln, und ich glaube gern, recht gern, dass es nicht immer einer grossen Anzahl von Versuchen bedarf, um eine Thatsache auszumachen; wohl aber gründlich angestellter und beobachteter Versuche. Kann aber diese Gründlichkeit nicht immer erreicht werden, — denn wie oft sind nicht unsre Kräfte zu eingeschränkt dazu, — so, glaube ich, muss man ein gerechtes Misstrauen in seine Untersuchung setzen, wenn sie — nicht Meinungen, wie es in der Naturlehre so viele noch giebt, sondern — anerkannten Naturgesetzen und andern ausgemachten Thatsachen widerspricht. Diesem goldenen Misstrauen verdankte Lavoisier die unerschütterliche Festigkeit der Hauptsätze des neuen chemischen Systems, das seinen Namen führt, und wahrlich die Ausicht, auch so etwas zu leisten, wenn gleich bei weitem nicht an diesem Maasse, muss den ächten Naturforscher für seine Strenge gegen sich selbst ein schöner Eratz seyn.

Nun komme ich zu dem versprochenen neuen Satze in der Lehre der Wärmeleitung. Er ist ganz kurz folgender:

Ein Körper oder ein Aggregat von Körpern leitet unter übrigens gleichen Umständen die freie Wärme um so leichter; je homogener die Theile desselben sind, um so schwerer, je heterogener sie sind.

Es giebt keine Hypothese über den Mechanismus der Fortleitung der Wärme, in welche dieser Satz nicht passte, und aus welcher er nicht schon a priori deducirt werden könnte, die Hypothese sogar nicht ausgenommen, welche das Daseyn eines eignen Wärmestoffs läugnet. Schon dieses spricht sehr für ihn, weil man daraus schon muthmaßlich schließen kann, daß er von keiner Hypothese abhängig sey, und keine Hypothese enthalte. Allein dieser Umstand würde nur eine höchst wahrscheinliche Hypothese aus dem Satze selbst machen, wenn es nicht Mittel gäbe, directe Erfahrungsbeweise dafür zu liefern.

Um diese Beweise zu geben, musste ich zwei Substanzen entweder von gleicher Leitungsfähigkeit wählen, oder solche, deren eine, die ich als Zwischenleiter brauchen wollte, ein grösseres Leitungsvermögen als die andere hat, welche die Wärme durch sie erhalten sollte. Das erstere ist vielleicht unmöglich; das letztere war also nothwendig. Denn hätte ich zum Zwischenleiter einen schlechteren Wärmeleiter genommen, so könnte die erfolgende mindere Temperatur auf Rechnung dieses geringen absoluten Leitungsvermögens gesetzt werden. Wenn man die Mayerischen und Richmannischen Versuche über das Leitungsvermögen der Kör-

per mit einander vergleicht, so findet man, dass das Blei ein etwa 5 Mahl so großes Leitungsvermögen hat, als das Wasser. Wenn also die Dazwischenkunst einer Bleiplatte eine gegebene Wassermenge verhindert, eine Temperatur zu erhalten, die sie ohne diese Dazwischenkunst erhalten würde, so müssen wir daraus schliessen, dass diese Dazwischenkunst die Leitung beträchtlich vermindere. Denn wenn das nicht wäre, so müfste ein 5 Mahl besserer Leiter der Wärme als das Wasser die gehörige Temperatur 5 Mahl schneller erzeugen, als eine Wasserschicht an dēßen Stelle. Auf diese Be trachtung gestützt, baute ich folgenden Apparat.

Auf einem Dreifusse steht ein cylindrisches Gefäß von Weifsblech *ABCD*, Taf VI, das im Durchmesser $3\frac{1}{2}$ " rheinl., in der Höhe 4" hat, mit einer kleinen ableitenden Röhre *E*, damit, wenn Wasser hineingegossen wird, es immer in der gleichen Höhe *E* bleibe, mithin immer dieselbe Menge in allen Versuchen darin enthalten sey. *KIHG* ist ein gleichfalls cylindrisches Gefäß, aber von reingeschabtem Blei, 1" 9¹¹" weit, 5" hoch und $\frac{1}{80}$ " dick. Ich hatte dafür gesorgt, dass am Boden so wenig Löthung als möglich angebracht wurde, um die Disko des Randes nicht beträchtlich zu vermehren. Dieses kleine Gefäß ruhete in dem grossen auf einen festen Dreifusse *DIHC*, so dass die Entfernung desselben vom Boden beständig dieselbe war, nämlich 1". Ferner hatte dieses Bleigefäß nahe am Boden ein kleines Loch, damit, wenn es

gefüllt und ins grölsere getaucht würde, der innere und äußere Wasserstand immer wechselseitig gleich blieben. Ein Draht *ALB* diente zum Aufhängen eines Thermometers, und eine mit Wein geöffnet gefüllte Schale *N* zur Erwärmung des ganzen Apparats. Wenn das Instrument so aufgestellt war, wog das Wasser im Bleigefäß 1450 Gr. = 3 Unz. 10 Gr. das Wasser im großen Gefäß 8170 - = 17 - 10 - das Bleigefäß selbst 780 - = 1 - 300 - alles Wasser zusammen etwa 20 - -

Bei allen Versuchen, die ich mit diesem Apparate anstellte, brauchte ich, um die Temperatur im kleinen und großen Gefäß zu beobachten, nur ein Thermometer, weil ich schon aus ähnlichen Beobachtungen weiß, dass zwei Thermometer immer falsche Resultate geben, da ich noch nie 2 Thermometer gesehen habe, die ein gleiches Leistungsvermögen besitzen. Außerdem war das Aus- und Einlegen des Thermometers für den Versuch nützlich, indem dadurch Bewegungen in der Flüssigkeit entstanden, welche die Mischung der Temperatur in den einzelnen Gefäßen beförderten. Das Thermometer wurde bei jeder Beobachtung im kleinen Gefäß gerade in der halben Höhe des Wasser-cylinders aufgehängt, und im äußern in derselben Höhe *m*, und zwar in der Mitte zwischen beiden Wänden *GH*, *BC*.

Ueber die zu erwartende Wirkung dieses Apparats fällt ich folgendes Urtheil. Das Wasser im großen Gefäß wird von unten erwärmt, und, wie man

von einer Weingeistflamme und von der convexen Gestalt des Bodens des grossen Gefäßes erwarten musste, nicht ganz gleichförmig. Folglich mussten, (besonders auch wegen des Daseyns des Bleigefäßes,) starke Strömungen entstehen, und durch diese die Temperaturen, die in den untern Theilen entstanden, schnell durch die ganze Masse fortgepflanzt werden. Im kleinen Gefäße, welches von den Seiten und durch den Boden erwärmt wurde, mussten gleichfalls diese Strömungen entstehen, weil beim Uebergange der Wärme aus dem äussern ins innere Gefäß, die an den Wänden und am Boden liegenden Schichten höhere Temperaturen erhielten, als die der Achse nähern; und da das innere Gefäß nur $1\frac{9}{16}$ Durchmesser, mithin nur $10\frac{1}{2}$ im Radius hatte, so mussten diese Strömungen beinahe eine völlig gleiche Temperatur in allen Theilen dieses Gefäßes erzeugen. Da endlich das Blei ein 5 Mahl besserer Leiter ist, als das Wasser, so sollte die Temperatur im innern Gefäße nicht sehr merklich von der des äussern, so lange als die Erwärmung dauert, abweichen, wenn die Erwärmung von der Heterogenität des Gefäßes kein Hinderniss erhielt. Wenn das äussere Wasser den Siedegrad erreicht haben würde, hätte folglich auch gleich darauf das innere Wasser ins Sieden kommen sollen. Geschah das Gegentheil; blieb, während der Erwärmung des äussern Wassers, das innere um eine namhafte Anzahl von Graden zurück, und konnte es zuletzt gar nicht den Siedepunkt erreichen: so war kein

Zweifel mehr übfig, daß die Heterogenität des Materialz dem Durchgange der Wärme ein Hinderniss sey.

Ich stellte nun folgenden Versuch, (nach mehrern andern präparatorischen,) an, mit der Vorsicht, immer bei m , das ist, in dem grossen Gefäſſe, zuerst zu beobachten, und nach der Beobachtung im kleinen das Thermometer wieder ins grosse zu hängen, so daß die Temperaturen im kleinen Gefäſſe eigentlich noch alle um etwas zu groß sind. Um vollends allen Verdacht zu entfernen, daß hier fremde Umstände zum Vortheile der äußern Temperatur obwalten, die nicht bei der innern Statt finden, brauchte ich noch die Vorsicht, vor jeder Beobachtung im äußern Gefäſſe das Thermometer auf $\frac{1}{2}$ Secunde heraus zu nehmen, das heißt, etwa so lange, als das Thermometer Zeit brauchte, um vom äußern Wasser ins innere überzugehen.

XIXter Versuch.

Lufttemperatur + 14°,0 R.

Zeit in Minuten.	Temperatur im grossen Gefäſſe.	Temperatur im kleinen Gefäſſe.		
		in der Mitte.	am Rande.	am Boden.
0	20°,0	20°,0	20°,0	20°,0
5	40,0	34,0		
8		das Wasser im äultern Gefäſſe laufet, bei 53° R.		
10	56,0	50,0		
15	70,0	63,5		
20	79,0	75,0		
20½	80,0	75,2		
21	80,0	76,0		
22	80,0	76,3		
23	80,0	76,7	77,5	78,0
24	80,0	76,7	77,5	78,0
26	80,0	76,8	77,5	78,0
28	80,0	77,0	77,5	78,0
30	80,0	77,0	77,5	78,0
32	80,0	77,0	77,5	78,0
35	80,0	77,0	77,5	78,0
Nun wurde d. Flamme ausgelöscht u. d. Erkaltung beob.				
36	76,3	75,0		
37	75,0	73,0		
38	73,7	71,5		
39	72,5	71,3		
40	70,7	69,7		
41	70,0	68,5		
42	68,0	67,0		
43	66,5	65,2		
45	63,2	62,0		
50	57,6	57,0		
55	53,0	53,0		
65	47,0	47,1		
70	43,7	43,9		
75	41,0	41,2		
80	39,3	39,6		
85	37,2	37,4		
90	35,7	35,9		
Lufttemperatur				12,5

Dieser

Dieser Versuch liefert eine schöne Ernte von Resultaten. Man sieht zuerst, dass das äussere Wasser, ehe es völlig siedet, im Durchschnitte immer um 5 Grade wärmer ist, als das innere. Um zu wissen, wie viel von diesem Unterschiede auf die Entfernung der Achse des Cylinders vom Rande komme, fügte ich gleich nach dem Sieden des äussern Wassers die Beobachtungen am Rande und am Boden des kleinen Gefäßes hinzu, und diese zeigen, dass zwischen den Beobachtungen am Rande und in der Achse nicht ein voller Grad Unterschied statt findet. Geben wir noch einen Grad zu, für den Unterschied, der zwischen der Temperatur der am Blei unmittelbar liegenden Schicht, und der, die das Thermometer, dessen Kugel nicht volle 3''' Durchmesser hat, anzeigt, so bleiben noch 3 volle Grade Ueberschuss, deren Ursache wir nur in der Heterogenität des Bleies und des Wassers suchen können.

Ferner sehen wir hier, dass das äussere Wasser, welches immer im vollsten Sieden begriffen war, $7\frac{1}{2}$ Minute brauchte, um das innere Wasser von $75^{\circ},2$ auf 77° zu bringen, und dass, nachdem es diese Temperatur erreicht hatte, es in 7 folgenden Minuten nicht stärker zu erwärmen, und also nicht zum Sieden zu bringen war. Ja, ich habe sogar in andern Versuchen gefunden, dass, wenn ich das Kochen des äussern Wassers länger fortsetzte, die Temperatur des inneren Wassers wieder unter 77° fiel, wahrscheinlich wegen eines leichten Ueber-

zugs von niedergeschlagenem Kalke, der sich äusserlich an das bleierne Gefäss anlegte, und eine dritte heterogene Materie dem Durchgange so mächtig entgegen setzte, dass das aufs stärkste kochende Wasser den Verlust der Wärme im kleinen Gefäss durch die Ausdunstung nicht zu ersetzen vermochte.

Dieser Versuch beweiset also bündig den Satz, dass die Zwischenkunst des Bleies *als einer heterogenen Substanz* den Uebergang der freien Wärme um etwas hindere.

Die Beobachtung der Erkaltung liefert auch manche interessante Resultate, von denen ich die wichtigsten ausheben will. In der ersten Minute fiel das innere Wasser auf 75° , das äussere aber, wegen der letzten Bildung des Dampfes, auf $76^{\circ}, 3$; nach der zweiten Minute jenes auf 73 , dieses auf 75° ; und von nun an nahm die Erkaltung ziemlich regulär ab, bis wir nach 18 Minuten beide Temperaturen gleich, nämlich 53° finden. Das äussere Wasser ereilt also in der Erkaltung das innere, um die 2° , die es wärmer war. Die Ursache davon lag ohne Zweifel darin, dass das äussere Wasser, vermittelst des Blechgefäßes, der Luft eine grössere Oberfläche darbot, als das innere, und hier sieht man etwas wirklich auffallendes. Das innere und äussere Wasser boten der Luft und dem Ausdunstungsprozesse Oberflächen dar, welche gerade im directen Verhältnisse ihrer Menge waren, indem die Kubikhalte cylindrischer Gefässer von gleicher Höhe sich wie die Grundflächen verhalten. Folg-

lich kommt auf die Wirkung der Luft, die in ihren Strömungen durch nichts gehindert, sondern vielmehr durch meine nicht ganz ruhige Gegenwart befördert war, und eine Metallocberfläche von ungefähr 44 Quadratzoll berührte, nicht mehr als eine Erkaltung von 2° in 18 Minuten, indem die ausdunstende Oberfläche, in allem von etwa 9 Quadratzoll, in der nämlichen Zeit eine Erkaltung von 20° bewirkte. Daraus scheint zu folgen, dass, bei gleicher Oberfläche und in hohen Temperaturen, die Ausdunstung des Wassers eine beinahe 50 Mahl grössere Erkaltung verursache, als die bloße Entweichung des Wärmetoffs durch die dünne metallene Wand in der atmosphärischen Luft.

Verfolgen wir die Erkaltung in den nächsten 35 Minuten, so finden wir die Unterschiede zwischen der Temperatur des äussern und innern Gefäßes beinahe beständig $0^{\circ},2$, woraus man schliessen muss, dass die Erkaltung durch die Metallwände nur $0^{\circ},2$, durch die Ausdunstung aber etwa 17° , mithin 85 Mahl grösser war, den Unterschied der Fläche noch nicht mitgerechnet. Dass diese Bestimmungen, besonders von den letztern Datis genommen, nichts weniger als genaue Verhältnisse zwischen der Erkaltung durch die Ausdunstung und die durch den einfachen Uebergang der Wärme liefern, weiss ich sehr gut; allein sie zeigen doch gewiss an, dass das wahre Verhältniss für hohe Temperaturen nicht weit von 50:1 liegt, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieses Verhältniss für kleine Temperaturen noch grösser ist. Dürfte ich mir es erlauben,

C 2

praktische Anwendungen von diesen zu meinem gegenwärtigen Endzwecke nicht wesentlich gehörigen Beobachtungen zu machen, so würde ich den schädlichen Einfluss der nassen Füsse und der feuchten Luft auf unsren Körper hieraus herleiten, und dabei auf den ungeheueren Verlust an Wärme aufmerksam machen, welchen wir durch diesen doppelten Umstand im Herbst und Frühjahr, besonders im Norden, leiden. Doch das gehört nicht zu meinem jetzigen Zwecke.

Da der vorige Versuch mit dem besten bekannten Leiter unter den festen Körpern vorgenommen wurde, so ist es keinem Zweifel unterworfen, daß unser Satz nicht auch von allen übrigen festen Körpern wahr sey; allein er berechtigt uns noch nicht, allgemein zu schließen, sondern wir müssen den Beweis für die Flüssigkeiten auch direct führen. Ich wollte daher nun das Quecksilber als den besten bekannten Leiter unter den Flüssigkeiten an die Stelle des Bleies des vorigen Versuches treten lassen. Da ich indefs in bleierne Gefäße kein Quecksilber gießen konnte, musste ich ein gläsernes nehmen, welches, die viel grössere Dicke ausgenommen, zufällig beinahe die nämliche Dimension als das Bleigefäß hatte; und da das Glas ein viel schlechterer Wärmeleiter ist als das Blei, musste ich damit zwei Versuche anstellen, den einen ohne, den andern mit Quecksilber.

Der Versuch ohne Quecksilber wurde zuerst ange stellt. Ich goß das gläserne Gefäß mit Wasser

ganz voll, dann das äussere Gefäß, aber weniger als in den vorher gehenden Versuchen, so dass der Wasserspiegel 15^{1/2}" tiefer stand, erwärmt vermittelst des brennenden Weingeistes das äussere Gefäß, und beobachtete an einem Thermometer, welches beständig zu einer bestimmten Tiefe im kleinen Gefäss hing, den Uebergang der Temperatur in dasselbe. Beim zweiten Versuche füllte ich das äussere Gefäß mit einer gleichen Wassermenge, goss aber in das Glasgefäß nur so viel Quecksilber, bis es im Niveau des Wassers im äussern Gefäss stand, und goss dann Wasser darauf, bis zur völligen Füllung des Glases. Das Thermometer hing wie im vorigen Versuche, nämlich in der halben Höhe der vor dem Quecksilber stehenden Wassersäule. — Das Wasser im ersten Versuche wurde also erwärmt, einerseits durch die Wärme, welche unmittelbar aus dem äussern Wasser durch die Glaswände hineindrang, dann durch den aufsteigenden Dunst und Dampf, der sich an den oberen Wänden des Glasgefäßes niederschlug. Im zweiten Versuche fand eine ähnliche doppelte Erwärmung statt, nur mit dem Unterschiede, dass sie aus dem äussern Wasser ins Quecksilber trat, und von da erst in das Wasser um die Thermometerkugel hinauf stieg. Da nun das Quecksilber ein drei Mahl so guter Leiter der Wärme ist, und nicht so viel Wärmestoff erfordert, als das Wasser, um eine gleiche Temperatur zu erhalten, so sollte jetzt die Temperatur des Wassers im kleinen Gefäss durchaus merklich höher seyn, als im er-

sten Versuche; und ist sie gleich oder gar niedriger, so ist es gar keinem Zweifel unterworfen, daß dieser Unterschied von der Heterogenität des Wassers und Quecksilbers herrührte.

Lufttemperatur = + 14° R.

Zeit in Minu- ten.	XX.		XXI.		Zeit in Minu- ten.	XX.		XXI.	
	Temperatur im kleinen Ge- fäße mit Wasser allein,	Wasser und Quecksilber.	Temperatur im kleinen Ge- fäße mit Wasser allein.	Wasser u. Quecksilb.		Temperatur im klei- nen Gefäße mit Wasser allein.	Wasser u. Quecksilb.	Temperatur im klei- nen Gefäße mit Wasser allein.	Wasser u. Quecksilb.
0	18°,0	18°,0	17	57,0	54,0				
1	18,0	18,0	18	59,0	57,1				
2	18,0	18,0	19	60,8	60,0				
3	18,9	18,2	20	62,0	61,0				
3½	—	es faulet im äußern Ge- fäße	21	63,1	62,4				
			22	64,0	64,1				
			23	64,1	65,0				
4	20,0	19,2	24	65,0	65,4				
5	21,7	20,3	25	65,0	65,9				
5,9	es faulet im äußern Ge- fäße	—	26	65,1	66,0				
			27	65,8	65,9				
			28	65,8	66,0				
			29	65,8	66,3				
6	24,1	22,1	30	65,8	66,8				
7	26,0	24,5	31	65,8	66,9				
8	28,7	26,9	32	65,9	66,8				
9	31,5	30,0	33	66,0	66,5				
10	34,0	32,5	34	66,1	66,2				
11	37,7	35,7	35	66,0	66,1				
12	41,0	39,0	36	66,0	65,9				
13	44,8	42,2	37		65,8				
14	47,7	45,7	38		65,4				
14½	—	förmliches Kochen	39		65,1				
15	51,1	48,4	40		64,2				
16	53,5	51,2							
16	förmliches Kochen	im äußern Gefäße							

Der hier sich zeigende namhafte Unterschied der Temperaturen ist entscheidend, und beweiset also, dass der Durchgang der Wärme durch die Heterogenität des Quecksilbers und Wassers verzögert wird. Uebrigens machen die Resultate dieser Versuche einige Bemerkungen nöthig. Fürs erste sieht man, dass die Temperatur im äussern Gefäss in XXI ungefähr um 2 Minuten vor der in XX vorrückt. Ich hatte zwar für völlig gleiche Feuerung gesorgt, indem ich jedes Mahl gleich viel von demselben Weingeiste in der nämlichen Schale anzündete; und da ich die Versuche beide in einem Nachmittage bei verschlossenen Thüren und Fenstern anstellte, so ist es gar nicht wahrscheinlich, dass die Zimmerluft im zweiten Versuche merklich mehr Sauerstoffgas enthalten haben sollte, um die Verbrennung des Weingeistes zu befördern. Die Ursache zu dem Vorrücken der äussern Temperatur im XXIfsten Versuche lag in einem andern Umstände. Der so genannte Kornspiritus, den ich dazu brauchte, enthält, wie bekannt, einen Ueberschuss an Kohlenstoff über den reinen Weingeist, der in der Entzündung einen feinen Russ verursacht. Mit einer solchen feinen Russchicht, (also mit einer Schicht eines heterogenen und über djes bekanntlich schlecht leitenden Körpers,) war nun der Boden meines Gefäßes von den vorigen Versuchen her belegt, als ich den XXIfsten Versuch anfing. Beim XXIfsten fiel mir dieser Umstand ein, und ich glaubte, dass ich nicht gewissenhaft genug zu Werke gehen würde, wenn ich die

Anhäufung dieser Russchicht zuließe, ohne Erwähnung von derselben zu machen, und daß dieser Mangel an Genauigkeit, der zum Vortheile meines Satzes ausfallen würde, mir billig vorgeworfen werden könnte. Ich entschloß mich also, die Russchicht vor dem XXIsten Versuche abzuwischen; obwohl ich Gefahr lief, durch den Nachtheil der bessern Erwärmung in diesem Versuche seine Beweiskraft zu schwächen, und ich war entschlossen, im Falle die Temperatur im kleinen Gefäße nicht geringer ausfallen wäre, als im XXsten, die beiden Versuche, jedes Mahl unter völliger Reinigung des Bodens des Gefäßes, zu wiederholen. Da ich aber nähmliche Unterschiede bekam, so war diese Wiederholung unnütz, besonders, da ich vorher dieselben Versuche, unter etwas modifirten Umständen und mit ähnlichen Resultaten, angestellt hatte. Will man übrigens aus diesen Versuchen die wahre gleichzeitige Temperatur erkennen, so muß man alle Temperaturen von XXI um 2 Minuten herunter lassen.

Die zweite wichtige Beobachtung, welche diese Versuche liefern, ist, daß, bald nachdem das Wasser im äußern Gefäß siedet, die Temperatur in XXI die in XX einholt, und dann nach und nach bis um 1° übertrifft. Da dieses Phänomen den vorher gehenden Resultaten nicht analog ist, auch, wie ich selbst geschehe, wider meine Erwartung sich zeigte, so bedarf es einer Erklärung. So lange das Wasser im äußern Gefäß nicht kochte, ge-

fchah die Mittheilung der Wärme aus dem äussern Gefäſſe ins mittlere nach dem einfachen Gesetze der Wärmeleitung, das von dem Unterschiede der Temperaturen und der specifichen Leitungsfähigkeit abhängt. Sö bald aber das Wasser kocht, kommt eine neue Art Erwärmung zu der ersten. Es entsteht in dem äußern Wasser eine höhere Temperatur, als es im tropfbar-flüssigen Zustande zu haben fähig ist. Folglich bildete ſich Dampf, der, indem er an das minſter warme Glasgefäß anftöſt, ſich dort zerſetzt und seine freie Wärme abgiebt. Indels geht die andere Erwärmung noch immer vor ſich. Das Kleine Gefäß erhält also hierdurch, ſo wie das Wasser zu kochen anfängt, einen neuen Zuschuß an Wärme, bevor das Queckſilber, vermöge ſeiner geringern Capacität, mehr fortleitet und weniger behält, als das Wasser, mithin eine grösſere Temperatur davon erhält, und folglich das Wasser über ſich zu einer höhern Temperatur treiben kann. Vor dem Kochen wirkte das Queckſilber allerdings durch die nämliche Eigenschaft, aber das Resultat aller hier wirkenden Ursachen war durch die Heterogenität dennoch, eine niedrigere Temperatur auf Seiten der Wärmeleitung durch Queckſilber. Hingegen muß der neue Zuschuß von Wärmetoff durch die Dampfzerſetzung, der außerdem von einem andern Gesetze als dem der Wärmeleitung abhängt, auch das Resultat hier ändern; und der ganze Versuch zeigt, daß die Retardation der Wärmeleitung durch die Heterogenität allerdings

den Vortheil der bessern Leitung und der geringern Capacität im Quecksilber durch alle Temperaturen des tropfbar-flüssigen Wassers überwiegt, aber nicht, wenn der Uebergang der Wärme noch durch einen andern ansehnlichen Ueberschuss von erzeugter freier Wärme unterstützt wird.

Ich glaube also meinen Satz auch für den Fall, da die heterogenen Materien Flüssigkeiten sind, erwiesen zu haben. Zwar habe ich nur Wasser und Quecksilber dieser Prüfung unterworfen; allein ich erinnere mich, dass ich vor 4 Jahren schon mit der Luft Versuche in einer analogen Absicht anstellte, die dasselbe für die Luft bewiesen. Es war nämlich zur Zeit, als ich die Wirkung der eisernen Klappen, womit man die Ofenröhren hier zu Lande verschliesst, untersuchte. Ich glaubte, dass, da sie von Eisen, und also von einem weit bessern Leiter als die Luft sind, sie eher zur Erkaltung der Oefen, als zur Erhaltung ihrer Wärme beitragen würden, und dass man dabei gewinnen würde, wenn man nur die Ofenthür recht luftdicht verschlösse, und zugleich die Klappe in der Rauchröhre wegliestse. Um diese Meinung zu prüfen, machte ich mir einen zweckmässigen Apparat, wodurch ich die Erkaltung eines Körpers zwei Mahl unter ganz gleichen Umständen beobachten konnte, mit dem einzigen Unterschiede, dass ich in dem einen Versuche durch eine dünne Bleiplatte die Ofenklappe vorstellte, im andern aber sie wegliest. Ich habe diesen Apparat seit der Zeit stückweise anders

verwendet und die aufgezeichneten Beobachtungen verloren; aber ich erinnere mich sehr deutlich, dass ich das Entgegengesetzte von dem beobachtete, was ich erwartet hatte, und dass dieser Versuch die erste Idee von dem Satze der verminderter Leitung durch Heterogenität in mir erweckte. — Anstatt dieser nun verlorenen Versuche werfe man einen Blick auf die Versuche XIII., XIV., XV., und vergleiche das Resultat von XIII mit dem vorher gehenden. In diesen Versuchen finden wir geringere Temperaturen nicht nur, als in den correspondirenden IXten, sondern auch als in den correspondirenden VIen mit Wasser, und sogar als in II mit Luft, da doch Wasser und Quecksilber bei weitem mehr leiten als Luft. Vergleicht man endlich XV. mit seinem correspondirenden VI, so findet man auch da noch einigen Verlust, obschon in XV die Luftsicht dünner ist, und das Quecksilber so viel Mahl leichter leitet als die Luft.

Man sieht hier, wie mein Satz der Verschlechterung der Leitung durch Heterogenität mir nützlich war, um zu beweisen, dass die Fortpflanzung der Wärme in den zwölf ersten Versuchen nicht durch das Glas geschehe. Ohne ihn hätte ich vielleicht diese Wahrheit nie so vollkommen erweisen können. Allein das ist nicht der einzige Nutzen. Unter den verschiedenen Anwendungen desselben will ich, da ich mich hier vorzüglich mit des Grafen von Rumford Schrift beschäftigt habe, einige Phänomene auswählen, die er anführt und für

unerklärbar ansieht, wenn man seine Hypothese der Nichtleitung nicht zum Grunde legt.

Das Phänomen der warmen Bäder zu Bajá, d. h. nämlich das auf dem heißen Sande spülende Meerwasser nicht heiß wurde, indes der darunter liegende Sand in der Tiefe von 2 bis 3 Zoll so heiß war, dass man die Hand nicht darein halten konnte, beweiset weniger, als irgend ein anderes Phänomen für die Nichtleitung des Wassers. Die Oberfläche des Sandes war ja kalt, und das Spülen der Meereswellen musste nach der Rumfordischen Hypothese ihm seine Wärme entziehen. Der grosse Unterschied zwischen den Temperaturen des Sandes an der Oberfläche und 2 Zoll tiefer erklärt sich ganz natürlich aus dem Umstände, dass das Wasser zwischen den Sandkörnern keine Strömung ausüben konnte, aus der schlechten absoluten Leitfähigkeit der Kieselerde, und aus der relativen schlechten Leitfähigkeit des heterogenen Gemisches von Wasser und Sand. Wenn solche 3 mächtige Ursachen zusammen wirken, was Wunder, dass der Effekt der absoluten Wärmeleitung des wenigen Wassers zwischen den Sandkörnern so geringe ausfällt?

Der 17te Versuch Seite 70, da die Zinnplatte, wenn sie auf das Eis aufgelegt wurde, das Schmelzen des Eises gänzlich verhinderte, obwohl das unmittelbar darüber liegende Wasser 40° Fahrenheit warm war, lässt sich nur durch den Satz der geschwächten Leitfähigkeit durch Heterogenität

erklären, und liefert einen neuen Beweis für diesen Satz. Wäre die Platte von einem schlechten Leiter genommen, so möchte man dieser absolut schlechten Leitungsfähigkeit das Phänomen zuschreiben. Allein das Zinn hat eine 3,6 Maßl grösere Leitungsfähigkeit als das Wasser: *) folglich kann die Heterogenität allein an dem Phänomene Schuld haben.

*) Diese und ähnliche Bestimmungen habe ich zuweilen aus den Meyerischen und Rickmannischen Angaben, zuweilen aus den Rumfordischen gezogen, welche nicht mit einander völlig harmoniren. Meine Versuche V, VI, VII, VIII mit IX, X, XI, XII verglichen, geben offenbar dem Quecksilber einen weit grössern Vortheil über das Wasser in der Leitungsfähigkeit, als die der angeführten Physiker.

Parrot.

II.

Von dem Electricitätsverdoppler,

vom

DEFORMES und HATCHETTE,

(dem Nationalinstitute vorgelegt am 31sten Oct. 1803) *)
mit Bemerkungen des Herausgebers.

— — Der von Bennet erfundene und von Darwin und Nicholson verbesserte Electricitätsverdoppler zog die Aufmerksamkeit der Physiker nicht eher auf sich, als bis Read in den *Philosophical Transact. for 1794* eine Reihe interessanter Versuche über die Electricität der Luft, in welcher geathmet ist, bekannt machte. **) In Frankreich wurde er erst 1796 durch einen Auszug bekannt, den die *Bibliotheque Britannique* von Read's *Summary View of the spontaneous electricity of the earth and atmosphere* lieferte, und aus der die Beschreibung des Electricitätsverdopplers in die *Annales de Chimie*, Dec. 1797, übergetragen

*) Zusammen gezogen aus den *Ann. de Chim.*, t. 49,
p. 45. d. H.

**) Die Geschichte des Duplicators, Beschreibungen
der vorzüglichsten Abänderungen desselben, fannmt
der verwandten Instrumente, und Untersuchungen
über die Zuverlässigkeit seiner Resultate findet man
in den *Annalen*, IX, 121 — 187. d. H.

wurde. *) Nach dieser Beschreibung sind in Paris 2 oder 3 drehbare Electricitätsverdoppler gemacht worden, deren einen die *Ecole de médecine* besitzt. Sie lieh ihn der *Ecole polytechnique*, und wir haben uns desselben bedient, um die frühesten Versuche Bennet's und Volta's über die Electricität der Metalle, die sich berühren, zu wiederholen. **)

*) Vergl. *Annalen*, IX, 130 f.

d. H.

**) In den *Ann. de Chimie*, t. 44, p. 267, findet sich ein Auszug aus Bennet's Versuchen mit einem drehbaren Duplicator nach Nicholson's Einrichtung, wie sie in Bennet's *New Experim. on Electricity, Derby 1789*, beschrieben sind, von Desormes und Hatchette, pour servir à l'histoire de cette partie de l'électricité qu'on nomme Galvanisme. Hier wird indes nichts davon gesagt, dass sie Bennet's Versuche wiederholt hätten, und mit welchem Erfolge. Die Beschreibung ist auch so mangelhaft, dass nicht einmal bemerkt wird, aus welchem Metalle die Scheiben von Bennet's Duplicator bestanden haben, und wie die berührenden Metalle an die Scheiben angebracht wurden; weshalb daraus sich nicht viel mehr abnehmen lässt, als dass schon Bennet wahrgenommen habe, dass Körper ihren electrischen Zustand durch blosse Berührung zu verändern vermögen, dass er dabei aber an Electricitätserregung durch Berührung heterogener Metalle noch nicht gedacht, sondern irriger Weise geglaubt habe, die Scheibe und das sie berührende Metall hätten einerlei Electricität, und letzteres theile die feinige, oder die anderer Körper, der Scheibe mit. Als die feste Scheibe des Duplicators (*H*), die

Mehrere Mängel, die wir an demselben bemerkten, haben wir an dem abzuhelfen gesucht, welchen wir vor kurzem für die polytechnische Schule haben machen lassen, und dessen Beschreibung wir hier mittheilen.

Tafel III stellt in Fig. 1 den Grundriss, oder die Projection auf den Horizont, und in Fig. 2 und Fig.

3

mit dem Goldblatt-Electrometer in leitender Verbindung stand, mit Reißblei, und zugleich die ihr gegenüber stehende bewegliche (*K*) mit Blei berührt wurde, divergierte das Electrometer nach 13 bis 15 Umdrehungen des Duplicators mit + *E*; dagegen bei Berührung von *H* mit Blei und *K* mit Reißblei nach einer gleichen Zahl von Umdrehungen mit — *E*. So wurden auch Reißblei und Eisen, Blei und Eisen, Zinn und Eisen, Zink und Eisen, Reißblei und Zink, mit beiden Scheiben in Berührung gesetzt. Als *H* mit Eisen, *K* mit Stahl in Berührung gewesen war, divergierte das Electrometer nach 15 Umdrehungen mit — *E*, und bei einer entgegen gesetzten Berührung mit + *E*. Zuletzt wurde *H* allein mit Reißblei, und bei einem zweiten Versuche allein mit Zink berührt, worauf das Electrometer zuerst nach 13 bis 16 Umdrehungen mit + *E*, und beim zweiten Versuche nach 14 bis 18 Umdrehungen mit — *E* divergierte. „Es scheine hier nach,“ meinte Bonnét, „dass, vermöge der adhäsiven Verwandtschaft der Electricität, am Reißblei die positive, am Zink die negative haftet;“ indess, wie wir jetzt wissen, dieser Versuch vielmehr umgekehrt beweist, dass in Berührung mit der Scheibe *H*, das Reißblei negativ-, der Zink positiv-electrisch wurde.

d. H.

3. zwei Aufrisse, oder Projectionen auf Vertical-ebenen, des Instrumentes vor, und zwar in der Lage, in welcher die Kurbel der Achse senkrecht in die Höhe steht. Einerlei Buchstabe bezeichnet in allen drei Projectionen dasselbe:

ABCD das angestrichene Fußgestell.

EE', *ee'* zwei senkrechte cylindrische Pfeiler von Glas oder Messing.

FF' die gläserne Achse, welche in zwei Pfannen läuft, (*sur des courillons,*) die von den Pfeilern *EE'*, *ee'* gehalten werden.

L einen auf der gläsernen Achse fest sitzenden Messingring mit einer Hülse, in welcher der Glassstab eingekittet ist, der an seinem Ende die *bewegliche Scheibe KK'* trägt. Diese Scheibe ist bestimmt, die entgegen ge setzte Electricität der beiden festen Scheiben anzunehmen, und die Electricität dieser, durch das Spiel der Maschine beim Umdrehen fortwährend zu verdoppeln. Vermöge der Einrichtung der Pfannen und Hülse, welche die Achse tragen, lässt sich die bewegliche Scheibe nach Belieben den beiden festen Scheiben um einige Millimètres nähern, oder um so viel von ihnen entfernen. Die Pfannen stehn in keiner leitenden Verbindung mit den Scheiben, und dadurch vermeiden wir allen Argwohn einer Electricität, welche durch Reibung der beweglichen Theile des Instruments, (die in Read's Duplicator mit den Scheiben in Verbindung stehn,) hervor gebracht würde.

Annal. d. Physik. B. 17. St. 4. J. 1804. St. 8. Dd

HH', *hh'* sind zwei Glasfäulen, an ihren Enden mit messingenen Schrauben verlehn, in welche die beiden festen Scheiben *H*, *h* passen.

MN ist ein zweiter auf der gläsernen Achse befestigter Messingring. Aus ihm gehn 4 Messingstäbe *N*', *N*" aus, deren jeder einen kleinen Messingdraht trägt, welchen er vermittelst einer Schraube hält. Diese Drähte dienen, die beiden Scheiben *H*, *h* unter sich, und dann eine derselben, z. B. *h*, mit dem Erdboden abwechselnd in leitende Verbindung zu bringen.

oo' ist ein in dem Fußgestelle befestigter, und folglich mit der Erde leitend verbundener Messingstab.

pp' ein zweiter ähnlicher Messingstab, der einen kleinen Draht trägt, mit welchem die bewegliche Scheibe bei jedem Umlaufe ein Mahl in Berührung kommt. Beide Stäbe sind in Fig. 1, grösserer Deutlichkeit halber, nicht an ihrer wahren Stelle gezeichnet; den besten Platz für sie wird indessen jeder leicht auffinden.

r, *r'*, *r''* sind starke, in die festen Scheiben eingeschraubte Messingdrähte, gegen welche die feinen von *MN* ausgehenden Drähte beim Um-drehen der Achse schlagen.

Endlich stellt Fig. 4 nach einem noch ein Mahl so grossen Maassstabe die Kurbel, welche an der gläsernen Achse angebracht ist, und den Mechanismus vor, durch den man die bewegliche Scheibe

KK' den beiden festen H , h nähern, oder etwas weiter von ihnen entfernen kann.

Dreht man die Kurbel von vorn nach hinten, so kommt die bewegliche Scheibe K , k zuerst der festen Scheibe H gegen über zu stehn. In dem Augenblicke, da dieses geschieht, muss die entgegen gesetzte Seite der beweglichen Scheibe durch den Draht des Stabes pp mit dem Boden in leitende Verbindung treten, und kurz zuvor müssen zwey der vom Ringe MN getragenen Drähte mit den Drähten rr in Berührung seyn, um die beiden festen Scheiben leitend zu verbinden. Hiernach sind die Drähte zu biegen, und vorzüglich muss man dahin sehen, dass diese letztere Verbindung eher als die erstere eintritt. — In dieser ersten Lage der beweglichen Scheibe häuft sich die Electricität der beiden festen Scheiben, in der Einen ihr gegen über stehenden H , und sie selbst nimmt in eben dem Grade die entgegen gesetzte Electricität an.

Dreht man nun weiter, so kommt die Scheibe KK der andern festen h gegen über. In dieser ihrer zweiten Lage bleibt sie isolirt; dagegen wird die hintere Seite der festen Scheibe h , durch zwei der Drähte am Ringe MN , mit dem Stabe oo , und durch ihn mit dem Boden in leitende Verbindung gesetzt. Sogleich nimmt h durch Vertheilung die entgegen gesetzte Electricität von KK an, folglich dieselbe mit der andern festen Scheibe H , ungefähr in gleicher Intensität, als diese.

In jeder andern Lage der beweglichen Scheibe KK als in den beiden hier beschriebenen, müssen, sie, und die beiden festen Scheiben, völlig isolirt und außer aller leitender Verbindung unter sich oder mit dem Erdboden bleiben. — Man über sieht leicht, dass bei fortwährendem Spiele des Instruments die $+ E$ in der festen Scheibe H , bei jeder Umdrehung, durch die gleich starke $+ E$ in der zweiten festen Scheibe vermehrt, und also ungefähr verdoppelt werden, und dass die $- E$ in der beweglichen Scheibe in gleichem Grade, Umdrehung für Umdrehung zunehmen müsse. — Um die so wechselnde Electricität wahrzunehmen, setzen wir die eine der beiden festen Scheiben mit einem gewöhnlichen Goldblatt-Electrometer in Verbindung. Read bringt in seinem Duplicator unmittelbar an den festen Scheiben Electrometer mit Hollundermarkkügelchen an, die frei in der Luft herab hängen; diese aber werden durch die Bewegung der Luft, so wie des Instruments selbst, gestört, das nach seiner Construction nur wenig Stabilität hat. Auch in dieser Hinsicht ist unsre Construction vorzuziehen.

Ein Versuch, welcher beweist, dass der Verdoppler, selbst, wenn er isolirt wird, eine Quelle positiver und negativer Electricität ist.

Es ist bekannt, dass die Scheiben des Electricitätsverdopplers, wenn man ihn in der Luft eine Zeit lang umdreht, sich electrifiren, auch wenn sie zuvor mit keinem electrifirten Körper in Berührung

gewesen sind; doch hielt man es bisher für eine wesentliche Bedingung dieser Electricität, dass die Scheiben mit dem Boden in leitende Gemeinschaft kämen, und richtete den Verdoppler so ein, dass diese Bedingung erfüllt wurde. Der folgende Versuch beweist, dass diese leitende Gemeinschaft mit dem Boden nicht wesentlich nöthig ist, und dass es hierin mit dem Verdoppler dieselbe Bewandtniss, als mit der electricischen Säule habe.

In einem Auffsatze über die electrische Säule, welcher im National-Institute im September 1802. (Fructidor J. X.) vorgelesen ist, haben wir dargethan, dass eine isolirte Säule und eine isolirte Nairne'sche Electrifiersmaschine, vermittelst des Condensators eben so viel Electricität hergeben, als wenn sie mit der Erde in leitender Verbindung wären. *) Was die Nairne'sche Maschine betrifft, so machte man die Bemerkung, dass schon Franklin diese Thatsache bemerkt habe. Es ist wahr,

*) Dieser Auffatz ist, so viel ich weiß, nicht im Drucke erschienen. Eine vollkommen isolirte Säule giebt selbst vermittelst des Condensators am einen Pole kaum eine Spur von Electricität, wenn der andere Pol nicht in leitende Gemeinschaft mit der Erde oder mit Leitern von einiger Capacität gesetzt wird; das zeigt jeder leicht anzustellende Versuch, und bestätigte auch vor kurzem Biot mit seinem vorzüglichen Apparate, (*Annalen*, XV, 95.) Ich muss daher gestehen, dass ich die Befugniß Hachette's zu obiger Behauptung nicht einsehe.

d. H.

Franklin, um zu beweisen, dass eine geladene Leidner Flasche weder mehr noch weniger electriche Materie enthält, als wenn sie entladen ist, bediente sich schon einer isolirten Electrifiersmaschine, und dieser sein Versuch, den Charles in seinen Vorlesungen anzustellen pflegt, war uns nicht unbekannt. Wir stellten aber unsern Versuch in einer andern Absicht an, und Franklin glaubte keineswegs, dass eine isolirte Nairne'sche Maschine electrische Materie nach Belieben hergeben könne. Denn in demselben Briefe, worin er von diesem Versuche Nachricht giebt, sagt er: „Isoliren Sie die Maschine, und Sie werden aus dem ersten Leiter nur wenige Funken ziehen können, die alles find, was das Reibezeug hergeben kann.“

Der Electricitätsverdoppler ist ein neues Beispiel einer vom Erdboden isolirten Maschine, welche immerfort electrische Materie hergiebt. Man nehme die beiden Messingstäbe oo' , pp' mit ihren Drähten fort, und setze statt ihrer einen einzigen isolirten Stab mit 2 Drähten, welche so gebogen sind, als die vorigen, so ist alle leitende Gemeinschaft der beweglichen und der festen Scheiben mit dem Erdboden während des ganzen Spiels der Maschine aufgehoben. Setzt man nun den Verdoppler in Bewegung, so giebt er zugleich beide Arten von Electricität, und in kurzer Zeit entsteht ein Funke zwischen den beiden damit geladenen Scheiben. Man beraube diese Scheiben mehrere Mahl hinter einander, und so oft man will, ihrer Electricität;

immer werden einige Umdrehungen hinreichen, um sie wieder in den vorigen electrischen Zustand zu versetzen. *)

*) Der Verdoppler nach Hatchette's Einrichtung ist, wenn die Drähte $o o'$, $p p'$ mit dem Boden in leitender Verbindung stehn, ein eigentlicher *Bennet'scher Duplicator*; nimmt man aber statt dieser beiden Drähte einen einzigen isolirten Draht, so wird das Instrument zu einer Art vor Nicholson'schem *Duplicator*, worin der isolirte Draht die Stelle der isolirten Kugel vertritt, (vergl. *Annalen*, IX, 140, Anm.) Hatchette scheint die nöthige Vorsicht ganz übersehen zu haben, die nach Herrn Prediger Bohnenberger's sorgfältigen Versuchen unumgänglich erfordert wird, wenn man in den Duplicatoren das Erscheinen einer freiwilligen Electricität, die sich ohne vorher gegangene Mittheilung zeigt, möglichst vermeiden will. Er hält vor dem Versuche die Scheiben von einander getrennt, und jede für sich, durch Draht von einerlei Art, in freier Luft mit der Erde in leitende Verbindung setzen, und sie darin eine Nacht über lassen müssen, (*Annalen* IX, 180 und 183) „Nie habe ich,“ versichert Herr Bohnenberger, „wenn das geschehn war, mit meinen Nicholson'schen Duplicatoren auch nur eine Spur von Verdoppelung, ohne vorgängige Mittheilung erhalten.“

Indess sind die Nicholson'schen Duplicatoren des Herrn Bohnenberger von denen Nicholson's und Hatchette's in einem Punkte verschieden, der für die Entstehung der freiwilligen Electricität von wesentlichem Einflusse seyn könnte. Der Bohnenberger-Nicholson'sche Du-

Diese Eigenschaft des Verdopplers, Electricität herzugeben, wenn er bloß mit der Luft in leitender

plicator mit horizontaler Achse, (*Ann.*, IX, 138 a,) hat zwei bewegliche Scheiben, und nur Eine feste Scheibe; jene stehn einander gegen über, und während die eine herab geht, steigt die andere hinauf. In seinem Nicholson'schen Duplicator mit verticaler Achse, (*Annalen*, IX, 163,) bewegen sich beide Scheiben in ihren Horizontalebenen, und in seinem Schieber-Duplicator, (*Annalen*, IX, 139,) gehn sie seitwärts hin und her, ohne in beiden zu steigen oder zu sinken. Gesetzt nun, was Erman bei Spitzen und Stangen wahrgenommen hat, (*Annalen*, XV, 385,) finde auch bei solchen dünnen Flächen, wie die Scheiben des Duplicators sind, Statt, (und das ist sehr wahrscheinlich;) — gesetzt also, bei nicht zu langsam Bewegung der drehbaren Scheibe herabwärts, werde diese negativ, und bei einer nicht zu langsam Bewegung heraufwärts werde sie ~~positiv~~ electricisch; — so haben wir hier eine Quelle der verschiedenartigsten Erscheinungen freiwilliger Electricität im Duplicator Nicholson's und Hatchette's, aus der die bishér beobachteten und noch nicht erklärten Anomalien vielleicht genügend abzuleiten wären.

Steht zu Anfang der Operation die bewegliche Scheibe *K* zu oberst, und sie wird nun etwas schnell nach der festen *H* zu herab gedreht, so ist sie durch diese Bewegung, wenn sie *H* gegen über kommt, — *E*, electrifirt folglich, so wie *H* und *k* durch die Drähte leitend verbunden werden, beide feste Scheiben durch Vertheilung, indem *H* + *E*, *h* — *E* annimmt. Nun kommt zwar *K* auf einen

Verbindung ist, nimmt mit dem Durchmesser der Scheibe, und mit ihrer Entfernung, [Annäherung?]

Augenblick mit dem Boden in leitende Gemeinschaft, es könnte aber doch wohl seyn, dass es dadurch sein — E , und H sein + E , nicht völlig verlöre. Beim Weiterdrehn würde die — E sich in der Scheibe K verstärken, bis diese in die unterste Lage gekommen wäre, dann zwar beim Ansteigen wieder um eben so viel abnehmen; der festen Scheibe h gegen über aber doch immer noch in einigem Grade — E seyn; und dadurch in $h + E$ von gleicher Intensität hervor bringen. — So fände sich nun + E in beiden festen Scheiben, das bei jeder fernern Umdrehung zum Doppelten steigen mülste, bis es endlich zur Divergenz mit + E , und zu Funken käme.

Stünde dagegen die bewegliche Scheibe zu Anfang der Operation in der untersten Lage, so würde sie während des Steigens im Anfange der Operation + E annehmen, und dadurch auf ähnliche Art die festen Scheiben mit — E afficiren, und dieses durch Verdoppeln bis zur Divergenz der Elektrometer verstärken. — Ließe man die bewegliche Scheibe in horizontaler Ebene umlaufen, so würde keine freiwillige Electricität sich zeigen, (wenigstens so fern sie aus diesen Gründen entstünde.)

Da mir jetzt kein zuverlässiges Instrument dieser Art zu Gebote steht, so muss ich es andern überlassen, besonders dem scharfsinnigen Entdecker der Electricität durch Herauf- und Herabbewegen, diese Vermuthungen durch Versuche zu prüfen. — Gegen sie scheint das Resultat zu seyn, welches Bennet aus etwa dreissig Versuchen mit einem

zu; und wird endlich selbst ein Hinderniss, um die den festen, oder der beweglichen Scheibe mitgetheilte Electricität zu erkennen. Denn ist diese nur schwach, so obsiegt die Electricität aus jener natürlichen Quelle, und wird von ihr ganz absorbiert. Man muss daher zu einem Verdoppler, der

Nicholson'schen Duplicator zieht: dass nämlich, um durch die freiwillige Electricität des Duplicators, ohne vorgängige Mittheilung, eine gleiche Divergenz des Goldblatt-Electrometers zu erhalten, immer die wenigsten Umdrehungen erforderlich wurden, wenn die bewegliche Scheibe zu Anfang der Operation einer der festen gerade gegenüber stand, (*Ann. de l'Acad. t. 44, p. 271.*) weshalb er als vorzüglichste Ursache der freiwilligen Electricität die Anziehung der electrischen Materie ansieht, welche aus der Nähe ($\frac{1}{16}$ Zoll) und dem Parallelismus der Scheiben entspringt, und meint sie äussere sich desto eher, je grösser die Scheiben sind, (*daf. p. 275.*)

— Dafür glaube ich zu Gunsten meiner Vermuthung die Bemerkungen Read's, (*Annalen IX, 154**), deutlich zu können. Er brachte Scheiben von Metallen, Holz, Horn, Gyps, Salmiak, Alann, und selbst von Glas an den Duplicator an, um wo möglich eine Materie zu finden, bei welcher sich keine freiwillige Electricität, die man gemeinlich der Adhäsion zuschreibe, im Duplicator zeige; allein bei allen erzeugte sich Electricität, und zwar von ziemlich gleicher Intensität und gleicher Art, mit der übereinstimmend, welche ein in der Luft empor ragender Metalldraht annahm, weshalb er sie der Luftplectricität zuzuschreiben geneigt war.

d. H.

die ihm mitgetheilte schwache Electricität wahre
nehmbar machen soll; nur kleine Scheiben neh-
men; und dann wird das Instrument sehr einfach
und tragbar.

Der Bürger Dumoutiez, *Ingénieur en ins-
trumens de mathematique, Rue du Jardinet,* ver-
fertigt Electricitätsverdoppler nach der hier mitge-
teilten Beschreibung.

III.

S K I Z Z E

*der von BENNET vor 1789 und von
CAVALLO vor 1795 angestellten Ver-
suche über Electricitätserregung durch
gegenseitige Berührung von
Metallen,*

von

WILL. NICHOLSON.

Nicholson hatte seiner Uebersetzung von Volta's Brief an Delamétherie, worin Volta in Frankreich seinen Electromotor zuerst bekannt machte, einige Bemerkungen und Zweifel beigefügt, *) die sich folgender Massen schlossen:

„Was das Princip von Volta's Electromotoren betrifft, so muss ich bemerken, dass wir schon von Bennet viele directe Versuche haben, in denen Metalle in einfache oder in doppelte Berührung mit den Scheiben des Duplicators gebracht wurden, worauf sich Electricität zeigte, die er „adhäfive“ nennt; und andere von Cavallo über die Electricität, welche durch die Berührung oder den Stoss eines Stücks Metall, das er meist aus der Hand auf eine isolirte Metallplatte fallen ließ, bewirkt wurde. Das Datum von Volta's

*) Nicholson's Journ., 1802, Vol. 1, p. 142. d. H.

„Versuchen ist mir unbekannt, doch glaube ich,
 „dafs sie weit jünger als die von Bennet sind;
 „Bennet so wohl als Cavallo scheinen der
 „Meinung zu seyn, dass verschiedene Körper eine
 „ungleiche Anziehung oder Capacität für Electri-
 „cität haben; die sonderbare Hypothese von Ele-
 „ctromotion, oder von einem beständigen Strome
 „von Electricität, der durch die gegenseitige Be-
 „rührung zweier verschiedenartiger Metalle ent-
 „stehen soll, ist, wie ich fürchte, Volta'n eigen-
 „thümlich.“ *) Diese Aeußerung veranlaßte Ni-

*) Hier scheint mir ein zu weit getriebener Patriotismus Nicholson zu mehr als Einer Ungerechtigkeit gegen Volta verleitet zu haben. Er meint, [doch sehr mit Unrecht,] Volta's Theorie schreibe alles den Metallen, und nichts den Flüssigkeiten in der Säule zu; Davy's Construction von wirksamen Säulen aus zwei Flüssigkeiten und einem Metalle oder Kohle, werde daher Volta'n überzeugen, dass es zu übereilt gewesen sey, anzunehmen, Electricität sey das einzige wirksame Agens der Phänomene der Säule, und die Flüssigkeiten wirkten darin bloß als Leiter; [Sätze, welche Volta in seinen später bekannt gewordenen Auffässen auf eine sehr genügende Art gerechtfertigt hat.] „Diesem will ich noch,“ sagt Nicholson, „einen sehr sprechenden Versuch Davy's „über die directe Wirksamkeit der Flüssigkeiten „in der Säule beifügen, den ich aus dem Gespräch „mit Davy habe. Wird eine Säule aus Eisen und „Kupfer wie gewöhnlich mit Wasser aufgebaut, „so nimmt das Eisen + E, das Kupfer — & an;

cholson, in einem der folgenden Hefte, (Vol. 1, p. 184.) die erwähnten Versuche in einem kurzen Auszuge mitzutheilen, der mir klarer und lehrender scheint, als was Hatchette von Bennett's Versuchen ausgezogen hat; und daß diese Versuche auch in Deutschland ziemlich unbekannt seyn dürften, so übertrage ich Nicholson's Aufsatz hierher, mit einigen Abkürzungen.

Abraham Bennet, Mitglied der königl. Societät der Wissenschaften zu London, gab seine *New Experiments on Electricity*, einen dünnen Quartband von 141 Seiten, 1789 auf Subscription heraus; und dies ist vielleicht Schuld, daß das jetzt seltene Werk in der gelehrten Welt nicht so bekannt geworden ist, als wenn das Buch auf dem gewöhnlichen Wege erschienen wäre. — — Bald nachdem er 1787 in den *Philosophical Transactions* seinen Duplicator bekannt gemacht hatte, fand Bennet, daß dieses Instrument Electricität erzeuge, ohne vorher gehende Mittheilung, so sehr man sich

„baut man sie dagegen mit [liquidem] Schwefelkali, statt mit Wasser auf, so nimmt das Eisen — E, das Kupfer + E an. Im ersten Falle wird „das Eisen oxydirt, im zweiten findet keine Oxydation des Eisens Statt, und das Kupfer ist oxydirt und wahrscheinlich auch mit Schwefel verbunden.“ Dies ist der Versuch, von welchem Ritter in den *Annalen*, XVI, 32, redet. Eine eigne Nachricht Davy's über ihn habe ich nirgends gefunden.

d. H.

auch bemühe, es von aller vorigen Electricität zu befreien. Späterhin bemerkte er bei einer Reihe von Versuchen mit einem drehbaren Verdoppler, wie ich ihn 1788 angegeben hatte, dass sich ein sehr grosser Theil dieser abhängenden Electricität entfernen lasse, wenn man, während alle Scheiben des Verdopplers mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt sind, die Kurbel sehr oft umdreht, und dass unter dieser Vorsicht das Instrument die Natur der Electricität, welche demselben mitgetheilt wird, mit Zuverlässigkeit, und in einer Genauigkeit anzuseigen vermöge, die alles weit übertrifft, was sich mit einfachernd Instrumenten bewirken lässt. Da diese freiwillige Electricität aus keiner Reibung herzuleiten war, so glaubte sie Bennet „der zunehmenden Capacität sich nähernder paralleler Scheiben, welche wohl eine Ladung möchten an sich ziehen und zurück behalten können, „wenn gleich keine von beiden isolirt sey,“ zu schreiben zu müssen. Um diese Hypothese zu prüfen und zu bestätigen, stellte er folgende Versuche an.

Er versuchte es wiederholt, dem Verdoppler alle freiwillige Electricität dadurch zu entziehen, dass er, während alle Scheiben durch Messingketten mit dem Boden verbunden waren, die bewegliche Scheibe 40 Mahl umdrehte. Hielt er nun ein mit Drehen und nahm die Ketten ab, wenn die bewegliche Scheibe sich in einiger Entfernung von den festen Scheiben befand, so zeigte sich das Instrument

von freiwilliger Electricität vollkommener befreit, als wenn die Ketten abgenommen würden, wenn die bewegliche Scheibe der festen *H* gegen über stand; im ersten Falle würden 21, im letztern nur 16 Umdrehungen erfordert, um die freiwillige Electricität sichtbar zu machen. Er schloß daraus, es müßten die beiden einander parallel gegen über stehenden Platten durch eine vermehrte Capacität eine kleine Ladung annehmen, und vermöge dieser durch Verdopplung schneller eine wahrnehmbare Electricität erzeugen, als das bloß durch ihre [noch übrige] freiwillige Electricität geschehn seyn würde.

Um sich hiervon auf einem noch directern Wege, (auf welchem der Verdoppler bloß als Messinstrument diente,) zu überzeugen, nahm er eine Kupferplatte von 13 Zoll Durchmesser, deren Oberfläche etwas convex war, befestigte in der Mitte derselben in einer Hülse einen isolirenden, 4 Zoll langen, überfünfsten Glasstab, den er unten mit einem Handgriffe von Holz versah, und legte, während er den Verdoppler von Electricität befreite, diese Kupferplatte flach auf einen Mahagonytisch. Er nahm die Kette von den Scheiben des Verdopplers ab, als die bewegliche Scheibe der einen festen *H* gerade gegen über, und mit der Erde in Verbindung stand, hob dann die Kupferplatte isolirt auf, und brachte sie (*applied*) an die feste Scheibe *H*. Nach 5 Umdrehungen divergirten die Goldblättchen des Electrometers um $\frac{1}{4}$ Zoll mit — E.

Um

Um der Einwendung zu begegnen, dass in diesem Falle durch Reibung der Kupferplatte auf dem Mahagonytische Electricität könne seyn erregt worden, wiederholte er zuerst denselben Versuch, berührte aber die Kupferplatte, ehe er sie an die Scheibe H des Verdopplers brachte, mit der Spitze einer Nadel; und er fand, dass das Instrument seine freiwillige Electricität nicht in weniger als 15 Umdrehungen erzeugte. Darauf berührte er die Kupferplatte abermals mit der Nadelspitze, und brachte ihre convexe Fläche erst mit Wasser, das sich in einer grossen Schüssel befand, und daan mit der Scheibe H des Verdopplers in Berührung. Dieser wurde hierdurch so viel Electricität mitgetheilt, dass die Goldblättchen des Electrometers nach 5 Umdrehungen mit — E divergirten, wie im ersten Versuche. Bei einer Wiederholung desselben Versuchs, nur dass die isolirte bewegliche Scheibe mit der Kupferplatte berührt wurde, während die feste H mit der Erde in Verbindung war, zeigten sich gleichfalls nach 5 Umdrehungen Zeichen von Electricität, nur hatte, wie man erwarten musste, H jetzt + E . Alle diese Versuche wurden mehrmals angestellt. — Da in ihnen die Ladung der berührten Scheibe des Verdopplers immer negativ war, versuchte Bennet, ob nicht durch Veränderung der berührenden Oberfläche positive Electricität möchte zu erhalten seyn. Er überzog zu dem Ende die Kupferplatte, vermittelst Gummilinters, mit Mennig, und darauf mit Weizenmehl, und

fand, daß diese Substanz, wenn sie auf der Kupferfläche angetrocknet war, die Natur der Electricität änderte, welche durch Berührung mit ihr der Scheibe des Verdopplers mitgetheilt wurde. — Eine isolirte, mit einer Marmorplatte cohärente Messingplatte wurde, nachdem der Marmor mäfsig erwärmt wurde, mit einem spitzen Drahte ange drückt; isolirt aufgehoben und auf die Deckplatte des Goldblatt-Electrometers gebracht, trieb sie die Blättchen mit negativer Electricität bis zum An schlagen aus einander.

Bennet glaubt aus diesen Versuchen schließen zu dürfen: 1. daß der Verdoppler von zufälliger oder mitgetheilter Electricität zu befreien sey; — 2. daß die vornehmste Ursache seiner freiwilligen Ladung auf Anziehung von Electricität bei der Annäherung seiner parallelen Scheiben an einander beruhe; — 3. daß diese Ladung positiv oder negativ seyn könne, je nachdem die Materie der Scheiben und die berührenden Drähte eine grössere oder eine kleinere adhäsive Verwandtschaft zur electrischen Materie haben; — 4. daß der Grund der freiwilligen Electricität dem Condensator und dem Verdoppler gemein, und in beiden gleich sey, sofern sie von gleicher Dimension und gleicher Kraft sind; — daß aber 5., weil der Verdoppler aus sehr kleinen Scheiben bestehet, und doch einem grossen Condensator an Kraft gleich seyn kann, die von selbst entstehende Electricität derselben von einer mitgetheilten Ladung leichter überwunden werden kön-

ne, als in einem Condensator von gleicher Kraft, und dass der Verdoppler deshalb minder zweideutige Resultate als der Condensator gebe.*)

Diese Betrachtungen führten Bennet zu anderen Versuchen über die so genannte *ähnliche Electricität der Metalle und anderer Leiter*. Er bereiste den Verdoppler von seiner freiwilligen Ladung, stellte die bewegliche Scheibe K der festen H gegen über, doch so weit gedreht, dass sie isolirt war, und berührte nun zu gleicher Zeit jenseit mit der Spitze eines Drahts aus geschmiedetem Eisen, diese mit der Schneide eines Messers; nach 16 Umdrehungen divergierte das Electrometer ungefähr um $\frac{1}{2}$ Zoll mit + E. — Nun wurde der Verdoppler aufs neue seiner Electricität beraubt, die bewegliche Scheibe wie vorhin gestellt, und nun umgedreht sie mit dem Messer, die feste Scheibe H mit dem Eisendrahte berührt; nach 15 Umdrehungen divergirten die Goldblättchen mit — E. — Da es, meinte er, unglaublich scheinen könne, dass ein so geringer Unterschied in der ähnlichen Electricität, wie zwischen zwei so wenig verschiedenen Metallen, als weiches Eisen und gehärteten Stahl, bemerkbar zu machen sey; so wiederholte er diese Versuche sehr oft, und immer wurde die mit dem Messer berührte Scheibe positiv.

Nun schritt er zu ähnlichen Versuchen mit Blei glanz und Blei, mit Blei und Eisendraht, mit Blei-

* Ein unrichtiges Resultat. Vergleiche Annalen, IX, 144, 167, 186. d. Hu

glanz und Eisendraht, mit Stanniol und Eisendraht, mit Zink und Eisendraht, und suchte dann auch durch Berührung nur Einer der Scheiben des Verdopplers mit einem Metalle zu bestimmen, ob die adhäsive Electricität, (oder vielmehr die dadurch in der Scheibe des Verdopplers bewirkte Electricität,) positiv oder negativ sey. Die Resultate dieser Versuche giebt er in Tabellen. Ich halte es für überflüssig, das Detail derselben hierher zu setzen. Denn vermutlich wurden diese Metalle in der Hand gehalten, und aus einer Menge Thatfachen sind wir berechtigt, zu schliessen, daß Friction, (oder eine ihr gleich geltende Berührung,) dieser Substanzen mit der Haut des Menschen genug Electricität erregen könne, als daß es nöthig wäre, sich nach einer andern Ursache der in diesen Versuchen wahrgenommenen Electricität umzusehn; wenigstens mehr als nöthig ist, um eine so geführte Untersuchung unzuverlässig zu machen. In der That scheinen mir die Resultate mehr Bestimmungen der durch Reibung der Hand mit den verschiedenen Substanzen erregten Electricität zu seyn, als irgend einer neuen oder besondern Eigenschaft dieser Substanzen selbst zuzugehören. *)

Neben mehrern andern interessanten Bemerkungen findet man in diesem Werke Bennet's

*) Hierin ist Nicholson im Irrthume. Bennet's Versuche scheinen die Electricität, in welche die berührte Scheibe des Verdopplers durch ihren Contact mit einem nicht-isolirten Metalle versetzt wur-

auch noch eine einfache Theorie der Erregung der Electricität durch das Glas und durch andere Reiber in unsern Electrifiersmaschinen. Der Taftflügel schliesst sich genau an das Glas beim Reiben an, und dadurch werde die Electricität, welche stärker dem Glase *adhärire*, mit fortgeführt in die freie Luft, welche nicht, wie die negative Seide, der Glasfläche das Gleichgewicht halte und dadurch die Capacität des Glases erhöhe. Weil diese in der freien Luft abnimmt, lasse das Glas hier die absorbirte Electricität fahren. Das mit Amalgama bestrichene Kissen befördere den Prozess dadurch, dass es eine leitende und mit der Erde in Verbindung stehende Fläche in genauere Berührung mit dem Glaskörper bringe.

Die Versuche Cavalllo's findet man im dritten Bande seiner 1795 erschienenen *Electricity*. Er hiefs, *mehrtheils aus seiner Hand*, einen Körper auf eine isolirte Zinnplatte so fallen, dass er von ihr auf einen Tisch oder Stuhl sprang; dieses wiederholte er mehrmals hintereinander, und berührte dann mit der Zinnplatte die Platte seines Multiplicators, der ihm durch wiederholte Verdopplung die erregte Electricität angab. — Nachdem ein Stück Zink, etwas schwerer als 1 Loth, 10 Mahl auf die Zinnplatte gefallen war, zeigte

de, sehr genau anzugeben; nur Schade, dass wir nicht erfahren, aus welchem Metalle oder Metallgemische die Scheiben seines Duplicators bestanden.

d. H.

diese am Multiplikator — E . Dasselbe ein zweites Zinkstück. Als der Zink bis 110°F . erwärmt war, wurde die negative Electricität der Zinnplatte stärker. — Auch ein Schilling, eine halbe Krone, eine neue Guinee, ein Stück Kupfer, ein Stück hämmerbares Platin hatten bei diesem Versuche dieselbe Wirkung, nur in verschiedener Stärke. *) Platin erzeugte nur sehr wenig Electricität; durch Hitze gab es der Zinnplatte die entgegen gesetzte Electricität, nämlich $+ E$. — Auch ein Stück Blei schien in der Zinnplatte $- E$ hervor zu bringen; als es aber heiß war, gab es ihr $+ E$. — Ein Stück Eisen gab sehr zweideutige Resultate. — Ein Stück Zinn (grain fin) gab heiß und kalt $- E$. Ließ er es aber von einer eisernen Zange auf die Platte und von ihr auf einen Stuhl fallen, und fasste es jedes Mal wieder mit der eisernen Zange auf, so erhielt er in der Platte eine $+ E$; eine stärkere, wenn das Zinn heiß war. Cavallio wiederholte diese Versuche mehrmals, und immer erhielt er $- E$, wenn er das Zinn aus der Hand, $+ E$, wenn er es aus der eisernen Zange auf die Zinnplatte fallen ließ. — Wismuth erzeugte $+ E$, doch, wenn er heiß war, $- E$; er möchte in ein kleines flaches Stück gegessen, oder von einem Brode abgebrochen seyn; bediente man sich aber statt der Hand der eisernen Zange, so gab er kalt $- E$.

*) Bekanntlich wird mit diesen Metallen Zinn in der Berührung positiv-electrisch. — d. H.

Statt der Zinnplatte nahm nun Cavallio einen isolirten silbernen Löffel. Zink, den man aus der Hand darauf fallen ließ, erzeugte im Löffel — E, und zwar stärkere, wenn der Zink heiß war, bedeutend schwächer, wenn der Zink kalt und der Löffel heiß war. Es überraschte Cavallio's, die Intensität der Electricität in diesen Versuchen am verschiedenen Tagen sehr verschieden zu finden; diese Verschiedenheit ist er geneigt der Beschaffenheit der Atmosphäre zuzuschreiben.

Um der Quelle der Electricität in diesen Versuchen auf die Spur zu kommen, wiederholte er sie mit vielen Abwechslungen. Er ließ ein Zinkstück von der isolirten Zinnplatte auf den isolirten silbernen Löffel, von diesem zurück auf jene, und so mehrmals abwechselnd fallen; oder hing das Zinkstück an einen Seidenfaden, und ließ es dann mehrmals isolirt gegen den isolirten Löffel schlagen. In beiden Fällen zeigte sich sehr selten irgend eine Spur von Electricität; und selbst wenn das Wetter und alle Umstände äusserst günstig waren, doch nur so wenig, dass sie sich nur schwer sichtbar machen ließ.

Cavallio zweifelt biernach, dass sich die Phänomene der damals so genannten thierischen Electricität derselben Ursache, welche in diesen Versuchen wirksam sey, möchten zuschreiben lassen. Denn statt, dass die Metalle in ihrer Berührung auf den präparirten Fröschenkeln immer auf einerlei Art, und mit kaum wahrnehmbaren Unterschieden

wirken, wären die Effecte in diesen Versuchen sehr schwankend, und so z. B. sehr verschieden im Zink und Wismuth, indess diese immer die thierische Electricität stärker als Zink und Silber, oder Zink und Gold erregten. (?) Auch habe er nicht vermocht, durch so schwache Grade von Electricität, wie in diesen Versuchen, präparirte Frischschenkel zum Zucken zu bringen.

Als Resultate seiner Versuche stellt er folgende Sätze auf: 1. die Berührung eines Metalles mit einem andern erzeugt in der Regel Electricität; 2. die Menge und Art der so erzeugten Electricität variiren nach mehrern Umständen, welche auf die Erzeugung oder Modification derselben großen Einfluss zu haben scheinen. 3. Diese Umstände sind: die Natur der Metalle, ihre Temperatur, der Zustand der Atmosphäre, die Hand oder andere Körper, welche sie vorgängig berühren, u. d. m. *)

*) Im Kapitel vom Galvanismus, im seinen *Elements of natur. or experim. philosophy*, Lond. 1803, 8., Vol. 3, erwähnt Cavallio dieser seiner Versuche mit keinem Worte, trägt vielmehr alles nach Volta und Davy vor; wenn ich nicht irre, ein Beweis, dass er selbst jetzt keinen Werth auf sie legt.

J. H.

IV.

BEOBACHTUNGEN

über die Electricität der metallischen
Substanzen, welche von M. Hauy,
Prof. der Mineral. am natur. Mus. in Paris. *)

Die verschiedenen Arten, wie sich in den Körpern Electricität erregen lässt, geben uns Charaktere, die zur Unterscheidung der Mineralien brauchbar sind, an die Hand.

Die merkwürdigste ist die Electricitätserregung durch Erwärmung. Bis jetzt kennen wir 6 Arten von Mineralien, die ihrer fähig sind, nämlich: den Turmalin, den Baracit, den Topas, den Mésotyype, **) den Prehnit und den oxydirten Zink. ***)

Eine andere Art, die Electricität zu erregen, ist bei idio-eletrischen Körpern das Reiben. Die erdigen Substanzen und die salzigen (acidifères)

*) *Annales du Muséum d'Hist. natur.*, No. 17, Tom. 3,
p. 309. d. H.

**) So nennt Hauy einige Arten von Werner's
frahligem und faferigem Zeolith. Von der Ele-
cricität desselben handelt Hauy im *Journ. des Mi-
nes*, No. 14, p. 87. d. H.

***) Zinkspath oder krystallisierten Galmei; von des-
sen Electricität *Mém. de l'Acad. de Paris*, 1785,
p. 206. d. H.

nehmen dabei in der Regel die Glaselectricität, die brennbaren nicht-metallischen Körper die Harzelectricität an. Von letztern ist der Diamant ausgenommen, ~~der~~ die Glaselectricität hat. *)

Die unelektrischen Körper lassen sich nur durch Mittheilung electrifiren; und die Eigenschaft, auf diese Art electrisch zu werden, haben die regulären Metalle im ausgezeichnetesten Grade. Das ist, z. B., mit dem dem Jaspis beigebrachten Eisen der Fall, dessen Gegenwart sich durch die Funken verlängt, welche der auf einem electrirten Körper liegende Jaspis giebt, wenn man ihm den Finger nähert. (?)

Ich bin auf die Idee gekommen, noch auf eine andere Art in den metallischen Substanzen Electricität zu erregen, nämlich sie isolirt auf einem idio-electrischen Körper zu reiben. Dieser Körper und das Metall nehmen dann entgegen gesetzte Electricitäten an, und das Metall behält sie, wenigstens eine kurze Zeit über, bei. Reibt man so z. B. ein isolirtes Stück Zinn auf einem Seidenbande, so nimmt das Zinn die Harzelectricität, das seidne Band die Glaselectricität an, indels letzteres, mit der Hand gerieben, die Harzelectricität erhalten haben wür-

*) Bekanntlich ist die Art der Electricität eines geriebenen Körpers mit von dem Körper abhängig, an dem er gerieben wird. Die Aussagen im Texte sind daher nichts sagend, wenn der Körper nicht angegeben wird, an dem die genannten gerieben, die erwähnte Electricität äussern. d. H.

de. Verschiedene Metalle geben auf diese Art behandelt, verschiedene Arten von Electricität; daher schien mir dieses ein unterscheidendes Merkmal mehr zu geben, welches die Mineralogie aus der Physik zu entleihen hat.

Um ein Metall auf diese Art zu versuchen, klebe ich ein Stückchen desselben, das ich zuvor, wenn es nötig ist, eben feile, mit Wachs an das Ende einer Stange Siégellack fest, führe es isolirt 5 oder 6 Mahl auf einem Stücke Tuch hin und her, und berühre dann damit den Kopf eines Voltaischen Condensators. Diese Operation wiederhole ich mehrmals. Beim Abheben des Condensatordekels divergiert dann das Strohhalmelectrometer mit der dem Condensator mitgetheilten Electricität, welche ich auf die gewöhnliche Art bestimme.

Folgendes sind die Resultate meiner bisherigen Versuche dieser Art mit Metallen und Mineralen, wobei ich auch die Metalle mitgenommen habe, die bis jetzt noch nicht gediegen in der Natur vorgekommen, und die nur Hüttenprodukte sind. Die, welche durch Reihen in vorzüglichem Grade electricisch werden, habe ich besonders bezeichnet.

Die Glaselectricität nehmen an:

Zink, stark

Silber

Wismuth, stark

Kupfer

Blei

Eisenglanz, (Fer oligiste.)

Die Harzelekticität nehmen zu:

- Platin
- Gold.
- Zinn
- Antimonium
- Kupferfahlerz, (*cuivre gris.*) stark
- Kupferglaserz, (*cuivre sulfaté.*) stark
- Kupferkies, (*cuivre pyritteux.*) stark
- Bleiglanz, (*plomb sulfaté*)
- Tellurium von Nayac, stark
- Antimonium-Silber
- Glaserz, (*argent sulfuré.*) stark
- Nickel
- Glanz-Kobalt
- Grauer Speiss-Kobalt
- Graues Antimoniumerz
- Schwefelkies, (*fer sulfure*)
- Magnetischer Eisenstein, (*fer oxydulé.*)

Bei diesen Versuchen habe ich mich der natürlichen, gediegenen Metalle bedient, und nur dann ein Hüttenmetall genommen, wenn das Metall selbst in der Natur nicht gediegen vorkommt. Ferner habe ich alle diese Versuche sehr oft wiederholt, und fast immer mit einerlei Resultaten; der magnetische Eisenstein und der Eisenglanz waren beinahe die einzigen, bei welchen sich Anomalien zeigten, indem sie nach Verschiedenheit der Umstände bald jene, bald diese Electricität äusserten.— Auch zeigte der Stahl, der gewöhnlich die Glaselectricität annimmt, ähnliche Anomalien, welche vielleicht von seinem verschiedenen Gehalte an Kohlenstoff oder von dem Grade feiner Härtung abhängen.

Man sieht aus dieser Tabelle, dass in mehreren Fällen zwei in ihrem Aeussern ganz ähnliche metallische Substanzen sich durch den entgegen gesetzten Erfolg beim Electriren von einander unterscheiden lassen. So z. B. Platin und Silber, Silber und Antimonium-Silber, gediegenes Kupfer und Kupferkies, Eisenglanz und Fahlerz, u. s. f. Auch kann bei einigen metallischen Substanzen die Stärke der Electricität, die sie bei diesem Verfahren annehmen, als Kennzeichen dienen; so z. B. beim Kupferglaserz und Kupfersahlerz. Diese brauchen nur 8 oder 10 Mahl über das Tuch hin und her geführt zu werden, um den Condensator oft bis zum Anschlagen der Strohhalmé beim Aufheben des Deckels zu laden.

V.

B E M E R K U N G E N
über die Funken, welche entstehen, wenn
Stahl gegen harte Körper geschlagen wird;

HUMPH. DAVY,

Prof. der Chemie an der Royal Inst. *)

Schon zu Anfang des vorigen Jahrhunderts zeigte Hawksbee, dass in einem gehörig ausgepumpten Recipienten der Luftpumpe beim Zusammenschlagen von Feuerstein und Stahl keine Funken entstehen, sondern bloß ein schwaches Licht; **) ein Versuch, der seitdem sehr oft wiederholt und bestätigt worden ist.

Durch die neuern Aufklärungen in der Theorie des Verbrennens ist es klar, dass die lebhaften Funken, welche sich dem Stahle durch Schlagen gegen einen Feuerstein in der atmosphärischen Luft entlocken lassen, von dem Verbrennen der kleinen durch das Schlagen abgerissenen Stahltheilchen im Sauerstoffgas der Atmosphäre herführen. Ob aber das schwache Leuchten beim Versuche im ausgepumpten Recipienten der Luftpumpe lediglich dem

*) Aus den *Journals of the Royal Inst.*; Vol. I, p. 254.
d. H.

**) *Philos. Transact.*, Vol. 24.

d. H.

Absprengen und Abreißen kleiner Feuersteintheilchen, oder nicht auch zum Theil der Entzündung der kleinen getrennten Stahlfädchen zuzuschreiben sey, das schien bis jetzt zweifelhaft.

2. Ich habe häufig bemerkt, dass beim Versuche im Vacuo ein dünner platter Feuerstein, wie man ihn leicht beim Zersprengen erhält, ein lebhafteres Licht giebt, als ein dicker und starker; ein dicker Stein, der eben scharf genug war, um in der Luft am Stahle Funken zu geben, erzeugt in ausgepumpten Recipienten selten auch nur einigem Licht. Dieses scheint zu beweisen, dass die abgerissenen Stahltheilchen nicht leuchtend durch den Schlag werden, ausgenommen, wenn sie verbrennen. Folgender Versuch, der in einer Reihe von Vorlesungen über die Eigenschaften des Lichts im Theater der Royal Institution gemacht, und seitdem oft wiederholt worden ist, scheint dieses völlig zu erhärten.

3. Ein dünnes Stück Schwefelkies^{*)}) wurde statth des Feuersteins in ein Flintenschloß eingesetzt. Es gab beim Zusammenschlagen in der Atmosphäre lebhafte Funken, welche mehrentheils weiss, (verbrennende Stahltheilchen,) zuweilen jedoch mit we-

*) Schon der Name: Pyrites, ist ein Beweis, dass die Eigenschaft des Schwefelkieses, beim Schlagen Feuer zu geben, vor gar langer Zeit bekannt war. Er wurde in den alten Flintenschlössern mit einem umlaufenden Rade als Flintenstein gebraucht.

ziger-rothen Funken, (verbrennenden Schwefelkiestheilchen,) vermischt waren. Das Flintenschloß wurde unter den Recipienten der Luftpumpe gebracht, die Luft so weit verdünnt, daß die Barometerprobe nur noch auf 0,6 Zoll stand, und nun das Schloß abgeschnappt. Dabei zeigte sich nicht das geringste Licht, man möchte das Zimmer noch so genau überfinstern, und den Versuch noch so sorgfältig anstellen.

4. Es ist bekannt, daß unter gewöhnlichen Umständen auch der feinste Stahldraht in der Atmosphäre nicht mit weißem Lichte oder mit Funken brennt, wofern er nicht zuvor weit über die Rothglähheit hinaus erhitzt ist. Daher scheint es auf den ersten Anblick sehr außerordentlich zu seyn, daß die vom Flintenschloße abgerissenen Stahltheilchen stark genug erhitzt sind, um in der Luft lebhaft zu verbrennen, und doch nicht hinlänglich, um im Vacuo glühend zu erscheinen; denn daß ihr Licht, wegen ihres kleinen Volumens, oder wegen der kurzen Dauer der Emission, nicht wahrnehmbar sey, oder daß die Undurchsichtigkeit metallischer Körper, Licht, das in ihren Berührungspunkten entsteht, verhindern sollte sichtbar zu werden, ist schwer zu begreifen. Ich glaubte vor mahls^{*)} dieses Phänomen daraus erklären zu können, daß Wärme und Licht vielleicht nur zufällig in den meisten Fällen coexistiren, und daß in einigen

^{*)} Annalen. VI, 109.

d. H.

gen Fällen sehr hohe Temperaturen hervor gebracht werden könnten, ohne die Erscheinung von Licht zu bewirken. Jetzt bin ich indes geneigt, zu glauben, dieses Phänomen lasse sich aus den gewöhnlichen Grundsätzen über Erregung und Mittheilung von Wärme genügend erklären.

Wenn Stahl allmählig erhitzt wird, so fängt er, wie Stodart gezeigt hat, *) bei ungefähr 430° R. an, seine Farbe zu ändern, und diese Farbenänderung beruht auf Verbindung derselben mit Sauerstoff, daher sie höchst wahrscheinlich mit Entwicklung von Wärme verbunden ist. Bei 600° , also bei einer Wärme, die noch weit unter der Glühmitte ist, oxydirt der Stahl sich schnell und überzieht sich mit einer bläulich-grauen Hülle. **) Zwar ist die durch diese Oxydation der Oberfläche entbundene Wärme nicht hinreichend, die Temperatur eines Stahldrahts oder einer Stahlplatte so zu erhöhen, dass beide in ein lebhaftes Verbrennen gerathen; wohl aber könnte bei so kleinen Massen, als die vom Flintenschloss abgerissenen

*) Man sehe den folgenden Aufsatze. d. H.

**) Nach Conte nimmt Stahl oder Schmiedeeisen, die polirt und mit einer Aetzlauge gereinigt sind, wenn sie unter einer Muffel zum Glühen gebracht werden, folgende Farben an der Oberfläche an: erst strohgelb, dann braungelb, und dieses geht ins Blau, und schliesslich ins Grau über; und in diesem Zuge sind Stahl und Eisen vor dem Rosten gesichert. d. H.

Annal. d. Physik. B. 17. St. 4. J. 1804. St. 8. FF

Stahlfädcchen sind, der Prozeß der Oxydation in dem Grade verstärkt werden, daß es zu einer lebhaften Entwicklung von Hitze und von Licht kommt, besonders da die Oberfläche dieser Fädcchen in Vergleich ihrer Masse so gross ist, und das schon gebildete Oxyd bei ihnen nicht leicht die innern Theilchen umhüllt und von der Berührung mit der Luft abhält. *)

Aehnliche Beispiele, wo der Prozeß der Oxydation vom Verhältnisse zwischen Masse und Oberfläche des verbrennlichen Körpers mit abhängt, sind nicht selten. So z. B. entzündet sich ein sehr kleines und schmales Stückchen Phosphor in feiner Baumwolle von selbst und entbrennt mit lebhaftem Lichte, indes ein dickeres und grösseres Stück dabei lediglich mit schwachem Lichte leuchtet. Eben so lässt sich ein grosses Stück Zink an der Luft schmelzen, ohne sich zu entzünden, indes kleine und dünne Zinkspäne lebhaft entbrennen, lange ehe sie bis zum Schmelzpunkte erhitzt sind.

*) Nicholson fand, daß sehr feine Stahlspäne oder Fädcchen, die er beim Drechsehn von sehr feiner Stahlwaare auf der Drehbank erhalten hatte, und die kaum den tausendsten Theil eines Zolles dick waren, an der Lichtflamme schnell Feuer fingen, und selbst in Mengen zu 1 Kubikzoll und mehr gänzlich verbrannten. Doch wurden sie dabei nur so wenig oxydiert, daß sie nach dem Verbrennen kaum ihre Biegsamkeit verloren hatten. (Nich. Journal, Vol. 4, p. 195.)

d. H.

5. Dass durch einen einzigen Schlag oder Stoß an der Oberfläche eines Metalls eine sehr beträchtliche Temperaturerhöhung bewirkt werden könne, lässt sich schwerlich annehmen, da das Leitungsvermögen der Metalle so groß ist, dass diese Hitze sich sogleich den benachbarten Theilchen mittheilen würde. Selbst wenn kleine Theilchen der Metallfläche abgerissen werden, so reicht die dazu nötige Zeit, ist sie auch viel zu klein, als dass wir sie wahrnehmen könnten, doch hin, dass diese Theilchen in ihr viel von ihrer Wärme verlieren können.

Körper, die dadurch, dass man sie an einander schlägt oder reibt, im *Vacuo*, oder in *Gasarten*, die keinen Sauerstoff enthalten, oder unter Wasser leuchtend werden, wie z. B. Flußspath und Kalkspath, Kiesel, Glas, Zucker und mehrere der zusammen gesetzten Salze, sind zugleich für sich elektrisch und phosphorescirend. Höchst wahrscheinlich röhren daher die Lichtblitze, die sie hervor bringen, theils von Electricität her, die an ihrer Oberfläche durch Reibung erregt wird, theils von Phosphorescenz, zu der sie in der Regel schon durch einen mässigen Grad von Wärme gebracht werden. Doch ist es nicht unwahrscheinlich, dass in einigen Fällen, wo Steine, die sehr hart und dabei schlechte Wärmeleiter sind, zusammen flossen, ein wirkliches Glühen der abgeschlagenen Theilchen statt finde. Mehrere Thatsachen scheinen dafür zu sprechen. T. Wedgwood brachte ein

Ff 2

Stück Fensterglas mit einem in Umlauf gesetzten Schleifsteine in Berührung; das Glas wurde im Punkte der Reibung roth glühend und sprühte leuchtende Theilchen umher, die Schießpulver und Wasserstoffgas entzündeten.*) Und nach einem neuern Reisenden verschaffen sich die Einwohner von Una-laschka dadurch Feuer, daß sie zwei Stücke Quarz, deren Oberflächen sie zuvor mit gediegenem Schwefel gerieben haben, über dürrem Grafe an einander schlagen.**) .

*) *Philosoph. Transact.*, 1792, p. 45. [Wedgwood's Versuche über die Erzeugung des Lichts in verschiedenen Körpern durch Hitze und Reiben, in *Gren's Journal der Physik*, B. 7, S. 57. Fensterglas, Achat, Quarz, oder Bergkrystall an einen umlaufenden feinen Sandstein gehaken, gaben ein weisses oder röthliches Licht, das selbst am Tage sichtbar war, und rothe Funken, deren einige 14 bis 16 Zoll weit durch die Luft flogen, ehe sie verloschen, und aus glühenden Stückchen dieser Körper in der Größe feiner Sandkörner bestanden, die in die Haut brannten und Schießpulver und brennbare Luft entzündeten. Dasselbe kann man auf allen Schleifmühlen sehn. d. H.]

**) *Sau器's Account of Billing's Expedit. to the northern part of Russia*, p. 153. D.

VI.

Ueber
*die Verfertigung der feinen Schneide-
waren aus Stahl,*

von

WILLIAM NICHOLSON
 in London. *)

In der Kindheit der menschlichen Gesellschaft bediente man sich der härtesten Steine und Hölzer zu schneidendem Instrumenten, und noch jetzt dienen sie dazu manchen rauen Völkern. Darauf des Kupfers, das durch beigeschmolztes Zinn gehärtet wurde; mancherlei Waffen daraus kann man in Waffen- und Kunstsammlungen noch jetzt finden. Zuletzt endlich des Stahls, theils des natürlichen, der unmittelbar aus den Minern geschmolzen wurde, theils des durch Cementation aus weichem Eisen verfertigten. Durch Härte verbunden mit Haltbarkeit verdrängte dieser mit Recht alle andere Materialien, und seitdem ist die Verfertigung der schneidenden Werkzeuge aus Stahl eine der ersten und nothwendigsten Künste in der menschlichen Gesellschaft.

Welche Stahlart sich zu den verschiedenen Werkzeugen, zu Feilen, Meisseln, Sägen, Sche-

*) Aus dessen *Journal of nat. phil.*, Vol. 4, p. 127 f.,
 und Vol. 1, p. 468 und 368. d. H.

ren, den zahllosen Arten von Messern, und so weiter, am besten eignet, und wie sie zu behandeln ist, um Werkzeuge von der größten Güte zu geben, lässt sich am besten, ja fast allein, von Stahlarbeitern selbst erfahren, die ihre Kunst durch Benutzung ihrer Erfahrungen und durch Nachdenken zu vervollkommen gesucht haben. Manche Methoden werden zwar geheim gehalten, im Ganzen aber wird der Gelehrte eine liberale Denkungsart, und Männer finden, die, was sie wissen, wissbegierigen Gelehrten gern mittheilen, so weit es nur die Umstände erlauben. Dieses habe ich vor kurzem wieder bei dem durch seine vortrefflichen Stahlarbeiten berühmten Hrn. Stodart, am Strand, gefunden. Was er mir mit der größten Bereitwilligkeit von seinen Einfichten und Erfahrungen mitgetheilt hat, setzt mich in den Stand, folgende Belehrungen über die Kunst, feine Schneidewaaren aus Stahl zu verfertigen, öffentlich bekannt zu machen.

Wie es scheint, ist man jetzt allgemein darüber einverstanden, dass, besonders zu den feinen Schneidewaaren und zu allen Arbeiten, bei denen kein Aufschweißen nöthig ist, der *Gussstahl* allen andern Stahlarten vorzuziehen ist. Herr Stodart bedient sich der Stangen, die mit *Huntsman* bezeichnet sind, ohne doch behaupten zu wollen, dass sie von besserer Güte, als die aus der Walker'schen und andern Fabriken wären. Er und andere verständige Künstler beklagen sich indess sehr, dass

diefer Stahl jetzt lange nicht mehr so gut, wie sonst sey.

Ueber die Kunst des *Schmiedens* habe ich ihn nicht befragt, weil ich für ausgemacht annahm, dass sie in nichts mehrerm besteht, als in der Geschicklichkeit, die Stahlstange und den Hammer gehörig zu handhaben, und in Vorsicht; um weder das Gefüge des Stahls durch starkes Hämmern in einer zu niedrigen Temperatur zu verderben, noch überhaupt die Güte des Stahls durch zu heftige Hitze, oder indem man ihn dem Luftstrome der Blasebälge bloß stellt, zu verringern.

Die schneidenden Werkzeuge aus Stahl müssen nicht nur einen bedeutenden Grad von Härte, um in den zu schneidenden Körper einzudringen, sondern auch von Zusammenhalt haben, um während des Eindringens nicht zu zerbrechen. Der härteste Stahl ist zugleich der sprödeste und zerbrechlichste, weshalb zu manchem Gebrauch die Härte desselben zu vermindern ist, um ihm mehr Festigkeit zu geben. Eine Stahlfeder z. B. braucht nicht sehr hart zu seyn, muss aber viel Zusammenhalt haben. Messer, womit Leder und andere weiche Körper geschnitten werden sollen, müssen etwas härter als eine Stahlfeder seyn; noch härter Feder- und Raufirmesser; und am härtesten Feilen und anderes Werkzeuge, womit man Metall bearbeiten will, wiewohl man selbst bei diesen darauf bedacht seyn muss, nicht ihre Haltbarkeit der Härte ganz aufzugeben.

Das Härzen des Stahls wird dadurch bewirkt, dass man ihn zum Glühen bringt, und dann ins Wasser taucht.

Im Feuer zum Härzen bekleiden die Messerschmiede ihr Werk nicht mit einer Umhüllung, wie das die Feilenhauer thun müssen, um zu verhindern, dass der Stahl im Feuer nicht an der Oberfläche wieder zu Eisen werde; auch würde das in der That unnötig seyn; bei Waaren, die bestimmt sind, durch Anlassen eine mindere Härte zu erhalten, und geschlissen zu werden. Herr Stodart stimmt mit mir überein, dass es am besten ist, den Stahl so wenig als möglich über den Zustand zu härten, den man durch das Anlassen beabsichtigt. Schneidewaaren, die überhitzt worden, haben eine weiche, sich umlegenden Schneide, und erhalten nicht den Grad oder Part, (wie,) von dem weiterhin die Rede seyn wird. Die rechte Hitze ist die, bei der die Waare am Tage Kirschroth glüht. Er fand es ohne Vortheil, dem Wasser beim Härtzen der Schneidewaaren Salz beizumischen, oder es zu erkälten, oder statt desselben Queckfüller zu nehmen; nur bei Feilen, Grabsticheln und ähnlichen Werkzeugen, die den äussersten Grad der Härte haben müssen, ist die Beschafftheit der abkühlenden Flüssigkeit von Einfluss. Obgleich Hr. Stodart nicht viel auf Handgriffe beim Härtzen hält, so erwähnte er mir doch, als eine Erfindung einer seiner Arbeiter, das Kohlenfeuer hierbei mit Lederspänen anzumachen. Seitdem er das gethan, sey ihm, behauptete dieser Arbeiter, nie ein Scher-

messer beim Härtcn gesprungen, was sonst sehr oft geschehen sey. Dieser Kunstgriff scheint mir allerdings vortheilhaft zu seyn. Denn, dass spröde Körper beim Abkühlen springen, kommt daher, weil ihre Oberfläche, deren Theilchen sich zuerst zusammen ziehn, zu klein wird, um die innern Theile noch zu umfassen. Es ist aber bekannt, dass der Stahl einen grössern Raum einnimmt, wenn er gehärtet ist, als zuvor, und es ließe sich leicht beweisen, dass dieses Zunehmen des Umfangs desto geringer seyn muss, je mehr der Stahl sich dem Zustande des Eisens nähert. Gesetzt also, dass wir ein Schermesser, oder ein anderes Stück Stahl in einem offenen Feuer bei durchziehendem Luftstrome glühen, so wird der äussere Theil durch den Verlust des Kohlenstoffes sich der Natur des Eisens nähern, und daher wird beim Härtcn die innere Masse desto eher für die äussere Oberfläche zu gross werden und diese zersprengen. Wenn aber das Stahlstück in die cementirende Mischung eingehüllt wird, oder das Feuer thierische Kohle enthält und so angemacht ist, dass es die Stelle der Cementirung verfehlt, so verlieren die äussern Theile des Stahls durch die Hitze nicht nur nichts von ihrem Kohlenstoffe, sondern sie erhalten davon im Gegentheile noch mehr, und statt zu springen und zu brechen, wird nun die Oberfläche im Gegentheile dichter und fester werden.

Eine der grössten Schwierigkeiten beim Härtcn der Stahlwaren von irgend etwas beträchtlicher

Größe, besonders solcher Artikel, die aus dünnen Platten gebildet werden, oder deren verschiedene Theile eine verschiedene Dicke und Gestalt haben, besteht in der offenbaren Unthunlichkeit, die dicke Theile zum Glühen zu bringen, ohne die dünnern zu verbrennen. Es ist selbst bei einem ganz gleichförmigen Stücke schon sehr schwer, das Feuer so anzumachen, dass es eine schnelle und fast durchgängig gleich intensive Hitze giebt. Diese Schwierigkeit machte mir lange Zeit eine Menge feiner Stahlarbeit missglücken, mit der ich mich vor ungefähr sieben Jahren beschäftigte. Erst nach vielen fehl geschlagenen Versuchen glückte es mir, indem ich mich eines Bades von geschmolzenem Blei bediente; ein Kunstgriff, den ich aus Gründen, die sich sehr leicht rechtfertigen lassen, bis jetzt geheim gehalten habe. Man muss dazu reines Blei nehmen, was wenig oder gar kein Zinn hält, es zu einer mässigen Rothglühehitze bringen, wohl umröhren, und dann das Stahlstück auf wenig Secunden hinein tauchien, bis der Stahl und das Blei mit gleicher Stärke zu leuchten scheinen. Man schüttelt das Stahlstück dann schnell im Bade herum, zieht es plötzlich heraus und wirft es in eine grosse Masse Wasser. Auf diese Art kann man eine Stahlplatte so härten, dass sie vollkommen spröde wird, und doch unverletzt in ihrem Gefüge bleibt, so dass sie wie eine Glocke klingt, welches ich auf keine andere Weise hervor zu bringen vermochte. Herr Stodart hat diese Methode ziemlich mit vielem

Glücke versucht, und erklärt sie seitdem für eine wichtige Bereicherung seiner Kunst, wofür ich in der That sie auch selbst halte.

Das *Anlassen* (*letting down, or tempering*) des Stahls hält man für unumgänglich nöthig, um eine feine dauerhafte Schneide hervor zu bringen, da der Stahl nach dem Härtzen zu spröde ist, um zu schneidendem Werkzeugen dienlich zu seyn. Das Anlassen, wodurch man ihm auf Kosten der Härte mehr Haltbarkeit giebt, und seine Sprödigkeit mindert, besteht darin, dass man den gehärteten Stahl so lange erhitzt, bis seine glänzende Oberfläche gewisse bekannte Farben durch Oxydирung angenommen hat. Die erste dieser Farben ist ein sehr schwaches Strohgelb, welches bei zunehmender Hitze immer dunkler und endlich ein schönes dunkles Goldgelb wird, das sich auf eine ungleichförmige Art in Purpur, und dann in ein ganz gleichförmiges Blau verwandelt. Auf dieses folgen Weiß, und darauf verschiedene schwache Wiederhohlungen der genannten Farben in ihrer Folge. Der härteste Zustand der angelassenen Werkzeuge, z. B. der Schermesser und der chirurgischen Instrumente, wird, wie bekannt, durch die Strohfarbe angezeigt. Die Messer der Lederarbeiter und andere Werkzeuge, deren Schneide auf eine Seite gewendet ist, müssen eine dunklere Farbe haben. Das Blau zeigt den richtigen Grad des Anlassens für Stahlfedern, für Schneideinstrumente aber eine schon zu weiche Temperirung an,

Sägen und Werkzeuge ausgenommen, die mit einer Feile geschärft werden. Bei noch niedrigeren Graden von Härte ist der Stahl zu allen schneidenden Werkzeugen untauglich.

Es kommt beim Anlassen eben so fehlt als beim Härteln darauf an, dass die Hitze überall gleich stark auf den Stahl wirke; auch sollte man sich der zu den verschiedenen Graden der Härte nöthigen Temperaturen auf eine genauere Art, als durch die verschiedenen Schattirungen durch Oxydation versichern. Was das erstere betrifft, so ist es eine Erfindung Hartley's, zu diesem Ende den gehärteten Stahl in heißes Oehl, oder in eine schmelzende Mischung von 5 Theilen Blei, 3 Theilen Zinn und .8 Theilen Wismutb, [Rose'sches Metallgemisch,] zu tauchen. Die Temperatur dieser beiden Flüssigkeiten kann man, wenn sie nicht den Siedepunkt des Quecksilbers überschreitet, auf die gewöhnliche Art bestimmen und genau reguliren, und dies Verfahren gewährt dann für das Anlassen eines ganzen Werkzeugs oder mehrerer zugleich dieselben Vortheile, als meine Methode, zu härteln. Auf mehreren Gründen ist das Oehl der geschmolzenen Mischung vorzuziehen; es ist wohlfeiler, das Werkzeug bleibt darin sichtbar, und es bedarf keiner Vorkehrung, um das Instrument untergetaucht zu erhalten.

Was das zweite betrifft, so erfuhrte ich Herrn Stodart, mir zu einer genauen Kenntniß der Wärmegrade behülflich zu seyn, in denen die ver-

dehen Farben auf dem gehärteten Stahle erscheinen. Er stellte in dieser Absicht eine Reihe von Versuchen mit chirurgischen Nadeln an, die gehärtet und höchst polirt waren, und während sie auf der Oberfläche der geschmolzenen [Rose'schen] Mischung schwammen, einer gradweise steigenden Hitze ausgesetzt wurden. Folgendes ist das Resultat dieser Versuche:

Die erste Nadel wurde bei 430° F. heraus genommen. Diese Temperatur lässt den Stahl in dem vortrefflichsten Zustande für Schermesser und Scalpelle. Der Anlauf, oder blaßgelbliche Tainte, der dabei entsteht, ist so schwach, dass er ohne Vergleichung mit andern polirten Stahlstücken gar nicht erkannt werden kann. Die Instrumente, die man nur bis zu diesem Grade anlässt, behalten die Schärfe ihrer Schneiden viel länger, als die, auf denen man die wirkliche Strohfarbe hat entstehen lassen; und doch treibt man gewöhnlich für sie die Temperirung bis zum Strohgelb. Uebrigens sind, wie Herr Stodart behauptet, 430° F. die niedrigste Temperatur für das Anlassen, und bei niedrigeren Hitzegraden erhält das Werkzeug keine feste und haltbare Schneide.

Die zweite Nadel wurde bei 440° , und die dritte bei 450° Wärme heraus genommen. Beide unterscheiden sich in ihrem Aussehen von so wenig, dass man diese nicht mit Gewissheit wieder heraus finden konnte, wenn man alle drei Nadeln zusammen geworfen hätte. Als die vierte Nadel

bei 460° Wärme heraus genommen wurde, hatte sie ganz den Teint, den die Arbeiter die blosse Strohfarbe nennen; eine Temperirung, welche man gewöhnlich den Federmessern, Schermessern und andern feinen Schneidewäaren giebt. Diese Nadel ist, wie Herr Stodart mich versichert, viel weicher als die erste; ein Unterschied, der das Vorzügliche dieser Methode, die Stahlwären anzuheben, sehr auffallend beweist.

Die folgenden Nadeln, welche Herr Stodart bei 470° , 480° , 490° und 500° F. aus der geschmolzenen Mischung nahm, waren von stufenweise dunklerer Schattirung. Die letzte von einem glänzenden metallischen bräunlichen Gelb, das sehr wenig ins Purpur spielte.

Ehe die neunte Nadel gleichförmig dunkelblau wurde, stieg die Temperatur bis auf 580° . Die Schattirungen, durch welche der Stahl von 500° bis 580° hindurch geht, sind Gelb, Braun, Roth und Purpur, die sich unregelmässig auf verschiedenen Stellen der Oberfläche zeigen.

Da ich diese unregelmässigen Farben schon früher, besonders auf der Oberfläche eines Schermessers von *Wootz*, *) geséhn, und eigne Erfah-

*) Vom *Wootz* siehe Pearson's Abhandl. in den *Philos. Transact.*, 1795, P. 2. Nick, [Eine aus Bombay nach England gekommene Stahlart, die im Hindostan als die härteste vorzüglich geschätzt und zu schneidendem Werkzeugen verarbeitet wird, die

rung mich belebt hatte, dass die Farben auf verschiedenen Stahlarbeiten nicht gleichen Graden der Temperirung entsprechen, so bat ich Herrn Stodart, auch hierüber einige Versuche anzustellen. Es wurden zu dem Ende auf dem schmelzenden Metalle vier schön polirte Klingen der Hitze ausgesetzt, und die erste heraus genommen, als sie die gleichförmige dunkle Strohfarbe erhalten hatte. Die zweite blieb auf der Mischung, bis ihr Ende, das nach dem Griffe zu kommt, purpurfarben wurde, wobei sich zugleich eine Menge kleiner runder Purpurflecke auf dem klaren Gelb der Klinge zeigte. Die dritte liess man so lange auf der Mischung liegen, bis der dickere Theil der

aber keine Rothglühehitze verträgt, und sich nicht mit Eisen und Stahl zusammen schweißen lässt. Unter einem schweren Hammer nimmt sie keine Eindrücke an, und springt nicht; unter der Feile zeigt sie sich weit härter als gemeiner noch nicht gehärteter Brennstahl, doch nicht ganz so hart als höchst gehärteter Stahl; auf dem Feilstriche ist sie glänzend blau, wie gehärteter Stahl, doch glänzen einige Stellen stärker wie die andern, und der Bruch ist dem des raffinierten Roheisens am ähnlichsten. Ein von Stodart daraus verfertigtes Federmesser soll, nach der Versicherung des Herrn Hofraths Blumenbach, von einer bewundernswürdigen Feinheit und dauerhaften Schärfe seyn, und andere Federmesserklingen und Glas angreifen, und Stodart soll den Wootz zu schneidendem chirurgischen Werkzeugen dem besten europäischen Stahl verzichtn.]

d. H.

Klinge eine dunkelrote Purpurfarbe annahm; wobei indess die hohle Oberfläche immer noch gelb blieb, und wie die vorige Flecke annahm, auch etwas matt wurde. Diese drei Klingen waren Gussstahl. Die vierte, aus so genanntem steirischen Stahle, blieb auf der Mischung, bis sich der rothe Teint fast auf ihrer ganzen hohlen Fläche verbreitet hatte. Es zeigten sich auf der Klinge zwei oder drei Flecke; der übrige grössere Theil ihrer Oberfläche spielte mit blauen Wolken, die wellenförmige Linien, denen ähnlich, dastellten, welche beim Damascener Stahle das Wasser genannt werden. *)

Diese

*) Nicholson, der eine achte in Constantinopel für 12 Guineen gekaufte Damascenerklinge einige Tage lang zur Untersuchung im Hause gehabt hatte, fand sie von einer dunkelgrauen, ins Blauliche spielenden Farbe, auf dem Rücken und auf den beiden Schmalen unter 45° gegen einander geteilten Ebenen, die ihre Schneide bildeten, ganz glatt und gleichförmig, auf den breiten Flächen aber überall mit kleinen Wellenlinien in Masse und nach allen Richtungen bedeckt, die sich doch nicht durchkreuzten, meist nach der Länge der Klinge fortsetzen, die Dicke von Klavierseiten hatten, weder schafft begrenzt noch scharf fortlaufend waren, und sich nicht durch ungleiche Tiefe, sondern durch Verschiedenheit des Glanzes und der Politur unterschieden. Wenn dieses so genannte Wasser beim Schleifen oder Abziehen verschwindet, so braucht man nur etwas Citronensaft auf die Klinge zu bringen, um es logleich wieder erscheinen zu machen.

Diese

Diese Thatfaehen führen unmittelbar auf folgende beiden Resultate. Erstens, das unregelmässige Erscheinen der dunkeln Farbe auf der Oberfläche des glänzenden Stahls kann eben so gut als ein Merkmal der Ungleichartigkeit seiner Composition, wie die Probe mit einer Säure dienen. *)

Diese Klinge war nicht härter wie der gewöhnliche geschmiedete Stahl, schwer zu biegen, und hatte nicht so viel Elasticität, nach dem Biegen ihre erste Gestalt wieder anzunehmen. Ihre Vortrefflichkeit soll darauf beruhen, dass sie nicht zerbricht und springt, und dass sie in eine weiche Substanz, z. B. in ein Pack Wolle oder in Fleisch, tiefer schneidet, als jede andere Klinge. Nicholson vermuthet hiernach, dass der ächte Damascener Stahl nichts anderes als eine mechanische Verbindung von Stahl und Eisen ist, aus der eine fehlerlose Klinge zusammen zu schweissen viel Kunst und Mühe koste, woher der hohe Preis derselben röhre; die keiner merklichen Härtung fähig, und daher auch der Gefahr, aus Sprödigkeit zu springen, nicht unterworfen ist; deren Fehlerlosigkeit sich durch den Prozess, wodurch das Wasser hervorgebracht wird, leicht ausmitteln lässt; und deren Schärfe endlich, wegen der verschiedenen Härte des Stahls und Eisens, rauh seyn, und daher nach Art einer Säge in nachgebende Substanzen tiefer einschneiden muss, als Werkzeuge mit einer gleichartigen Schneide. Vermuthungen, die durch Versuche im Kleinen, Damascener Stahl auf diesem Wege zu machen, bewährt wurden. (Nicholson's Journal, Vol. 1, p. 469.) d. H.

*) Zu dieser bediene ich mich eines Tropfens schw. Aninal. d. Physik. B. 17. St. 4. J. 1804. St. g. Gg.

Zweitens, dass die dunkle Farbe sich zuerst auf den dickern Theilen zeigt, ist Herr Stodart geneigt, als ein Zeichen anzusehen, dass diese Theile sich nicht gehärtet haben. Ich fand aber bei einer Stahlplatte, von der das eine Ende gänzlich war gehärtet und das andere weich gelassen worden, dass das in ihrer Mitte angebrachte Feuer an beiden Enden die regelmässige Farbenänderung, und zwar ganz auf gleiche Art, hervor brachte. Ich muthmaisse daher, dass die Wärme den dickern Theilen, weil sie tiefer in das heiße Metall einfinken, sich schneller mittheilt. Ich habe mehrmals bemerkt, dass, wenn Salpetersäure auf glänzenden Stahl, der nur an einer Stelle gehärtet war, getropft wurde,

cher Salpetersäure, auf einer angefeilten oder mit Schmirgel abgeriebenen Stelle. Die Säure verräth durch die dunkle oder gefleckte Farbe, ob das Metall gleichartiger Stahl ist, oder nicht; und so lassen sich in Schmiedeeisen Adern von Stahl, die beim Drechseln so hinderlich sind, und im Stahle Ungleichförmigkeit der Mischung entdecken; die ihn zu vielen Arbeiten unbrauchbar macht, und gewöhnlich erst entdeckt wird, wenn die Arbeit bald fertig und verloren ist. Durch dieses Mittel habe ich Stangen von Stahl gefunden, die eben so voll Adern und Unregelmässigkeit, wie Holz, sind, und bin im Stande gewesen, zu sehr feinen Stahlarbeiten die besten und gleichförmigsten Stücke auszusuchen. Ehe ich diesen Kunstgriff anwendete, hatte ich oft den Aerger, umsonst gearbeitet zu haben.

Nicholson.

der gehärtete Theil sich eher und stärker schwarz färbte, als die übrige Fläche; eine merkwürdige Erscheinung, die ich nicht im Stande bin theoretisch zu erklären.

Wenn die schneidende Waare geschmiedet, gehärtet und angelassen ist, muss sie noch geschliffen, polirt und geschärfst werden. Das Schleifen der feinen Schneidewaaren geschieht auf so genannten Bilson'schen Schleifsteinen, die ein feines dichtes Korn haben und in London zu einem mässigen Preise zu kaufen sind. Die Messerschmiede bedienen sich zum Schleifen bloß des Wassers und scheien vom Gebrauche des Talgs gar nichts zu wissen. Das Poliren geschieht mit Schmirgel von verschiedener Feinheit auf einem Cylinder, der entweder ganz aus Mahagonyholz besteht, oder mit hartem Zink (*pewter, called laps*) belegt ist, welches letztere vorzuziehen ist. Zur letzten Politur wird ein mit Büffelleder bekleideter Cylinder gebraucht, der mit Crocus, oder rothem Eisenoxyd und mit Wasser bestrichen wird. Diese letztere Operation ist desswegen schwierig, weil sich dabei das Werk leicht erhitzt, wodurch es fast augenblicklich längs der dünnen Schneide seine Härte, wie durch ein stärkeres Anlassen verliert, und die Farben der Oxydation annimmt.

Das Wessen oder Schärfen (*setting*) verlangt se viale Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit, dass Herr Stodart mir gestand, er könne keine untadelhafte und vollkommen scharfe Schneide zu

Standen bringen, wenn er durch Gespräche, oder nur durch Geräusch auf der Straße gestört werde. Das Werkzeug wird zuerst auf einem mit Oehl benetzten Wetzstein gewetzt, indem man es rück- und vorwärts streicht. Bei allem Schleifen oder Bilden der Schneide, und ganz besonders beim Wetzen, scheinen die Künstler lieber die Schneide, als den Rücken dem sich umdrehenden Schleifsteine entgegen zu halten. Diese Procedur ist sehr vernünftig. Denn wenn irgend ein hartes Steinchen, oder eine andere Substanz sich auf der Oberfläche des Schleifers befindet, so biegt sie, wenn der Rücken des Werkzeuges zuerst darüber läuft, die Schneide aus, und bringt auf diese Art eine Lücke in ihr hervor: schleift man im Gegentheile gegen die Schneide, so fährt sie unter einem solchen Partikelchen weg, das sie auf ihrem Wege findet, und leidet so keinen Schaden. Beim Wetzen darf man das Instrument nicht zu stark aufdrücken, denn offenbar können viele Striche und Züge eine mehr gleichförmige und schärfere Schneide, als wenige bewirken. Auch ist es sehr wichtig, dass der Wetzstein selbst ein feines Korn hat, oder nur sehr wenige kieselartige Partikelchen enthält. Herr Stodart sagte mir, dass es gar keine gewissen Kennzeichen gäbe, wodurch man die ganz guten Wetzsteine von den gewöhnlichen unterscheiden könnte, wenn man sie nicht beide durch den wirklichen Gebrauch prüfe; dass der türkische Stein schnell wetzt, aber nie ein sehr feines Korn hat; dass der gelbe Wetzstein in

den meisten Fällen der nützlichste ist, jeder Stein dieser Art aber in Oehl zu tränken und damit näss zu erhalten ist; und dass man endlich in dem alten Pflaster der Londner Straßen einen grünen Wetzstein finde, der zur letzten Bearbeitung der feinen Schneiden bis jetzt noch das beste Material sey, das man kenne.

Durch das Wetzen wird zuerst die nach dem Schleifen zurück bleibende rauhe und dicke Schneide so dünn gemacht, dass man sie rechts und links biegen kann. Diesen biegsamen Theil nennt man den Grad oder Bart (*wire*). Setzt man das Wetzen zu lange fort, so fällt er stückweise und ohne Regelmässigkeit ab; die Schärfe, die er zurück lässt, ist dann zwar sehr fein, aber unvollkommen. Die Art, wie man diesen Grad abnimmt, ist, dass man die Schneide, unter einem Winkel von ungefähr 50° mit dem Steine, über diesen gegen die beiden Enden hin sanft streicht. Hierdurch entsteht eine Schneide, deren beide Flächen einen Winkel von 100° mit einander machen, und an der der Grad nur so noch anhängt, dass man ihn leicht und im Ganzen ablösen kann, wenn man die Schneide sanft über den Nagel eines Fingers zieht. Die so gereinigte Schneide ist gemeinlich sehr gleich und gerade, aber noch zu dick; und muss daher nochmals durch Wetzen geschliffen werden, wobei indess leicht wieder ein feiner Grad entstehen kann, wenn es zu weit getrieben wird; in diesem Falle ist die letzte Schneide zwar sehr scharf, aber nicht

gleich und stark genug, um dauerhaft seyn zu können.

Die letzte Behandlung besteht darin, daß man die Schneide des Messers zwei oder mehrere Mahl ganz leise gegen den Wetzstein streicht, und zwar unter einem Winkel von 28° . Dies ist der Wetzwinkel, den Herr Stodart bei der Vollendung der feinsten chirurgischen Instrumente mit der größten Genauigkeit und Sorgfalt beobachtet, und den er für den besten hält. Der Winkel, den die beiden Ebenen der Schneide mit einander machen, beträgt daher ungefähr 56° .

Die Güte und Gleichheit einer feinen Schneide er sieht man aus ihrem Verhalten, wenn man sie über eine glatte Haut, über Leder, oder eine andre weiche organische Substanz leicht wegstreicht. Die Lanzetten probirt man dadurch, daß man ihre Spitze vorsichtig auf ein Stück dünnen weichen Leders fallen läßt. Wenn die Schneide ausgesucht gut ist, so dringt sie nicht allein mit Leichtigkeit durch, sondern sie bringt dabei auch nicht das geringste Geräusch hervor. Um ihr diese Güte zu verschaffen, muß man sie zuletzt zwei oder mehrere Mahl über den erwähnten grünen Wetzstein streichen.

Das Abziehen (*strapping*) geschieht wie das Schleifen und Wetsen, und wird vermittelst der eckigen Partikelchen des feinen Crocus oder eines andern Materials bewirkt, das auf dem Riemen eingerieben wird. Diese Operation erfordert nicht so viel Geschicklichkeit, als das Wetzen, oder

Schärfen (*setting*;) die Elasticität des Riemens veranlaßt aber leicht eine Vergrößerung des Winkels der Schneide, oder rundet sie zu sehr ab.

A N H A N G.

Vorteile beim Schleifen schneidender Instrumente.)*

Vor mehrren Jahren wurde mir ein interessanter Umstand beim Schleifen bekannt, der vielleicht für die Kunst von Nutzen seyn kann. Es ist eine tägliche Erfahrung, daß beim Reiben Hitze entwickelt wird. Jedermann weiß z. B., daß Funken aus einem trockenen Schleifsteine sprühen, an den man beim Umdrehen ein Stück Eisen oder Stahl hält. Die Hitze, die sich dabei erzeugt, ist so stark, daß sie oft den Stahl glühend macht, und daß Instrumente aus gehärtetem Stahle nicht selten weich werden und verderben, wenn man beim Schleifen nicht die gehörige Sorgfalt anwendet. Läuft der cylindrische Schleifstein über einem Behältnisse mit Wasser, in das ein Theil desselben sich eintaucht, so läßt er sich nur mäsig geschwind umdrehen, und nur langsam damit arbeiten, weil sonst das Wasser, vermöge der Centrifugalkraft, die der Stein demselben mitheilt, heraus fliegen würde; und läßt man das Wasser von oben herab durch einen Hahn auf den Schleifstein fliessen, so ist die Wassermasse

*) Nicholson's Jurnal. Vol. 1, p. 131. d. H.

zu unbeträchtlich, um den Stein bei der nöthigen gemässigten Temperatur zu erhalten. Man hat sogar Beispiele, dass, wenn an harte Instrumente unter einer beträchtlichen Wassermasse eine Spitze geschliffen, und diese nicht in den Strom des Wassers selbst gehalten wird, die Spitze erweicht; auch ist es nichts seltenes, dass selbst unter dem Wasser Funken heraus springen. Mein Informant versichert mir, dass die feinen Messer in Deutschland auf einem Cylinder von einer besondern Art Töpferwaare geschliffen werden, auf dessen Oberfläche etwas pulverisirter Wetzstein, vermittelt Unschlitts, angebracht ist. Der Vorzug dieser Schleifsteine aus Töpferzeug soll darin bestehen, dass sie auch beim schnellsten Drehen im Schleifen keine Hitze erzeugen.

Dieser Umstand schien mir einer näheren Erörterung wahrh zu seyn. Die drei Körper, die in der Vorrichtung zusammen wirken, sind Töpferwaare, pulverisirter Schleifstein und Talg. Dass diese einer heftigen und schnellen Reibung könnten ausgesetzt werden, ohne die Temperatur zu erhöhen, schien mir beim ersten Anblicke kaum glaublich zu seyn, und ich war mehr geneigt, die Thatsache zu verwerfen, als nach ihrer Ursache zu forschen. Ueber die Töpferwaare und deren Beschaffenheit war nichts Bestimmendes angegeben; in eine Eigenthümlichkeit des Schleifsteinsandes lässt sich die behauptete Wirkung schwerlich setzen; man hätte sie also im Talge suchen müssen, dessen Wirkung in

der Thät auffallend ist, und sich wohl hätte vorher sagen lassen. Ich kann mir indessen nicht das Verdienst anmaßen, die Sache so a priori entwickelt zu haben; denn mein Apparat war fertig, und die Versuche damit sprachen zu deutlich, als dass ich mich auf solche systematische Betrachtungen hätte einlassen sollen.

Da ein Schleifstein aus Töpferwaare nicht leicht zu bekommen war, so nahm ich einen Newcastler Schleifstein von feinem Körne, der 10 Zoll im Durchmesser hatte, und zugleich einen Mahagony-Block, der ein mit Schmirgel überzogener Schleifstein werden sollte. Beide wurden an eine Achse befestigt, in eine starke Drehbank eingespannt, und dann zu vollkommenen cylindrischen Scheiben von gleichem Durchmesser abgedreht. Die cylindrische Fläche der hölzernen Scheibe war etwas vertieft, um den Schmirgel zu fassen, den man mit Oehl vermengt hier auftrug, so dass er eine glatte Fläche bildete. Unter dem Stein wurde ein schicklicher Behälter für Wasser angebracht, durch das der Stein lief. Das zu schleifende Instrument war eine Feile, deren Zähne sollten heraus geschliffen werden. Das Drehen geschah durch den Mechanismus der Drehbank, mit einer solchen Geschwindigkeit, dass auf eine Secunde 5 Umdrehungen kamen. Der Stein arbeitete nur langsam und spritzte das Wasser so stark umher, dass es den Arbeiter hinderte und der Wasserbehälter bald ausgeleert wurde. Die überschmirgelte Scheibe schliff schneller. Aber

ob schon die Feile schnell hin und her bewegt, und so mit der Friction über die ganze Ebene der Feile hurtig abgewechselt wurde, so erhitzte sie sich doch bald zu sehr, als daß man sie mit der bloßen Hand hätte halten können; und fasste man sie vermittelst eines Tuchs an, so wurde die Arbeit nicht nur ungeschickt, sondern die Hitze nahm auch in dem Grade zu, daß das Oehl sich zu zersetzen und brenzlich zu riechen anfing. Als man die Feile an den trockenen Stein anhielt, wurde sie fast unmittelbar blau, und bald nachher roth glühend.

Darauf wurden beide Schleifsteine mit Talg überzogen, indem man ein Talglicht beim Umdrehen an sie drückte, und die Holzscheibe dabei mit Schmirgel bestreute. Als man nun den Stein schnell drehte und dieselbe Feile daran hielt, merkte man zu Anfang kaum die Friction; die Talglage, an die das Instrument angedrückt wurde, schmolz sehr bald, und nun schnitt der Stein sehr schnell. Eine ganze Zeit lang wurde die Feile kaum heiß, und wenn sie Wärme zeigte, ließ ihre Temperatur sich schnell erniedrigen, indem man sie an eine andere Zone andrückte. Gerade so war auch der Erfolg bei der hölzernen Schleiffscheibe.

Dieses lässt sich aus der Lehre von der Wärme leicht erklären. Wird die hölzerne Scheibe mit Oehl und Schmirgel bekleidet, so erhöht die durch die Friction entwickelte Hitze die Temperatur des Instruments und des flüssigen Oehls. Nimmt man aber statt des Oehls Talg, so wird der größte

Theil der Hitze verwandt, um diesen festen Körper zergießen, und durch die erhöhte Capacität des flüssigen Talgs gebunden und unmerklich zu machen. Erhitzt sich beim fortgesetzten Prozesse der geschmolzene Talg nebst dem Instrumente, so ist die vorige Temperatur leicht wieder herzustellen, wenn man die Hitze nach einer Gegend richtet, wo der Talg noch consitent ist. Ich bediente mich dieser beiden Cylinder bei vielen Arbeiten mit sehr gutem Erfolge,

Bei dieser Lage des Versuchs schloß ich, daß Scheiben aus Töpferzeug, deren man sich vorgeblich in Deutschland bedient, vor dem gemeinen Schleiffsteine entweder keinen Vorzug haben, oder daß mein Bericht in diesem Punkte mangelhaft sey. Doch es traf sich, daß der kleine hier erwähnte Schleiffstein drei Jahre lang auf die Seite gelegt, und darauf wieder in Gebrauch gesetzt wurde. Der Talg hatte durch Einwirkung des Steins oder der äußern Luft eine Veränderung erlitten, wodurch er nun den Schnitt des Steins weit mehr als zuvor hinderte. Er schien weniger flüssig zu seyn. Ich glaube nicht, daß dies bei einer Scheibe aus Töpferzeug der Fall würde gewesen seyn; wenigstens hätte man sie leichter reinigen, und die Oberfläche in ihren alten Stand wieder setzen können.

VII.

A U S Z Ü G E

*aus Briefen an den Herausgeber.**1. Von Herrn Dr. Benzenberg.*

Schöller bei Elberfeld den 30sten März 1804

Ich wiederhohle jetzt die Versuche, welche ich zu Hamburg im St. Michaelsthurme angestellt habe, in einem Schachte eines Kohlenbergwerks in der Grafschaft Mark. Es ist dieses die alte Rofskuast auf der Schlebuscher Gewerkschaft im Bergrevier Wetter. Die Fallhöhe beträgt 260 par. Fuß; die dafige Polhöhe ist $51^{\circ} 25'$; folglich die Länge des Secundenpendels im Leeren 440,75 pariser Linien, und der Fallraum in der 1sten Secunde 15,105 pariser Fuß. Folglich beträgt die Fallzeit im Leeren durch einen Raum von 260 par. Fuß $4'' 8''' , 93$, und die Fallzeit in der Luft, nach den Versuchen in St. Michael zu urtheilen, $4'' 14''' , 39$. Hieraus finde ich, nach Dr. Olbers Formel, die Abweichung der Kugeln nach Osten 4,6 Linien.

Die Versuche können sehr genau werden, weil die Umstände vorzüglich günstig sind, unter denen sie angestellt werden. Die Luft ist im Schachte völlig ruhig, so bald ich ihn oben dicht zulege und unten die Strecken mit Stroh abschlage. Dann ist das Erdreich ohne alle Dröhnung, da es keine Wasserkräfte auf dem ganzen Reviere giebt; alle Wasser werden mit dem Stollen gelöst. Ferner findet

keine Störung durch die Bergknappen statt, denn es wird jetzt in diesem Schachte nicht gefördert; das Kohlenflötz, die *Trappe*, auf welches man diesen Schacht abgeteuft hat, ist hier abgebauet, doch wird er noch immer fahrbar erhalten, weil, wenn der tiefe Stollen durchschlächtig wird, den jetzt die Schlebuscher Gewerkschaft von der Ruhr herauf treibt, man das Flötz bis nahe in die Mulde von den Wassern zu lösen, und dann auf diesem Schachte wieder Kohlen zu fördern hofft.

Ich habe mir eine neue Maschine zum Loslassen der Kugeln machen lassen, wo die Kugel in einem verschlossenen Raume an einem geplätteten Pferdehaare hängt, und wo unten eine Oeffnung ist, durch die sie beim Loslassen fällt. Zugleich sind zwei Kreuzmikroskope angebracht, in deren gemeinschaftlichem Brennpunkte das Pferdehaar spielt. Auf diese Weise ist man sicher, dass die Kugel beim Loslassen keine mikroskopischen Schwingungen mehr macht. Es dauert jedes Mahl über eine Stunde, ehe eine Kugel zum völligen Stillstande kommt, obgleich mit dem bloßen Auge schon nach 18 oder 20 Minuten keine Schwingungen mehr zu sehen sind. Hängt die Kugel völlig still, so öffnet ein leiser Druck die fein polirten Schneiden der Zange, und die Kugel fällt.

Weil die Haare hohle Röhren sind, so kneift die Zange jedes Mahl da, wo sie das Haar fasst, die Wände zusammen. Um dieses zu vermeiden, habe

ich die Haare zwischen zwei heißen Eisen durchgezogen, wodurch sich ihre Wände flach auf einander legen. Man hat hierbei noch den Vortheil, dass, wenn ein Haar spröde ist, es schon gleich beim Durchziehen reisst. Unten liegt ein Bret von Packholz, das in der Mitte ein kleines Loch hat, durch welches das Loth des Aufhängepunkts der Kugel geht. In der Mitte des Lochs durchkreuzen sich zwei Linien, wovon eine der Meridian und die andere der Parallelkreis des Orts ist. Die Kugel schlägt einen scharf bestimmten runden Kreis von 5 bis 6 Linien im Durchmesser auf das Packholz. Es wird dann der Abstand des Mittelpunkts dieses Kreises vom Parallelkreise und vom Meridian gemessen, und dieser ist, wenn der Versuch vollkommen gelingt, und wenn die Erde sich dreht, $4\frac{6}{7}$ Linien vom Lothpunkte nach Osten. Ich habe 40 Kugeln, die mit aller Sorgfalt gedreht, geschliffen und polirt sind, zu diesen Versuchen bestimmt. Die Resultate dieser Versuche kommen in den 8ten Abschnitt der Versuche in St. Michael. Dieses ist die Ursache, warum mein Werk über meine Hamb. Versuche nicht zur Ostermesse ausgegeben werden kann, wie es angekündigt war. Die Versuche im Michaelisthurme selbst sind vollständig abgedruckt; so auch die dazu gehörigen Kupfer. Im December habe ich die ersten vorläufigen Versuche in dem Schachte gemacht, aber die Grubenwasser waren zu stark, und wegen des starken Schnees im Anfang dieses Monats werde ich sie nicht vor Ostern unterneh-

men können, da die Wasser so stark sind, daß die Stollen sie kaum alle lösen können.

Die Uneinigkeit, die zwischen der Theorie und den Versuchen in St. Michael statt findet, bestimmt mich, die Versuche hier unter ganz verschiedenen Umständen mit aller Sorgfalt zu wiederholen. Sie wissen, daß die Versuche in St. Michael die Abweichung nach Osten bis auf die Decimale der Linie mit der Theorie übereinstimmend gaben, (*Annalen*, XIV, 222.) Zugleich zeigte sich aber $\frac{1}{2}$ Lihien Abweichung nach Süden, von der La Place, Guglielmini, Gauß und Olbers versichern, daß in der Theorie keine Ursache zu finden sey, die sie veranlassen könnte. *) Ol-

*) La Place's Berechnung hat La croix im *Bullet des Sciences*, No. 75, bekannt gemacht. Es wird darin der Widerstand der Luft mit in Rechnung gebracht, und gezeigt, daß, wenn man sich von der Spitze des Thurms eine Linie nach dem Mittelpunkte der Erde gezogen denkt, der fallende Körper um gerade so viel als das Bleiloch, von dieser Linie nach Süden, dagegen weiter als das Bleiloch nach Osten abweichen müsse. La croix fügt hinzu, Herr Benzenberg in Hamburg habe, nach dem, was er La Place geschrieben, bei einer Fallhöhe von 235 par. Fuss eine Abweichung nach Osten von $4''$ und zugleich eine nach Süden von $1,5''$ gefunden. Diese letzte, welche aus La Place's Theorie unerklärt bleibe, hänge vielleicht von meteorologischen Gründen ab. Die erste geben La Place's Formeln = $3,9''$.

bers vermutet, dass vielleicht in den Thürmen deswegen eine Abweichung nach Süden statt finde, weil die Luft an der Südseite immer wärmer als an der Nordseite sey. Dieses müsse theils eine regelmässige Strömung der Luft im Thurme veranlassen, theils nehme die Dichtigkeit der Luft nach Norden zu, so wie ihre Temperatur abnehme. Dieses kann freilich nur sehr wenig betragen, aber die Ursache braucht auch nur sehr geringe zu seyn, die bei einer Fallhöhe von 235 Fuß eine Abweichung von $\frac{1}{2}$ Linien macht. Die Versuche auf der alten Rosskunst werden über diese südliche Abweichung entscheiden.

Man hat ungleich tiefere Schächte: z. B. die alte hohe Birke in Sachsen bringt 276 Lachter Teufe ein; der alte Segen Gottes zu Gersdorf hat 120 Lachter seiger im Schachte; eine andere Grube hat im Richtschachte 200 Lachter, und ich glaube senkrecht. Giebt es vielleicht in Böhmen, oder sonst wo, noch tiefere Schächte von senkrechter Teufe? Die englischen Kohlenbergwerke zu Newcastle bringen, nach Williams Gesch. der Steinkohlen, 120 Lachter seigere Teufe ein. Giebt es noch tiefere? Ich glaube nicht. Den nächsten tiefen

Guiglielmini habe sich 1797 in einem Briefe an Lalande für überzeugt erklärt, dass keine Abweichung nach Süden statt finden könne, und darauf neue Versuche anstellen wollen. d. H.

tiefen Schacht haben wir hier in dem Kohlenbergwerke zu Eischweiler; dieser hat 70 Lachter. Aber da aus ihm die Wasser mit einer Dampfmaschine gehoben werden, so ist, wenn das Pumpen gestänge in die Tiefe geht, eine Dröhnung in der Erde, wobei man nie eine Kugel zum Stillhängen bringen würde.

Paris den 10ten Jul. 1804.

Im Mai waren die Tagewasser auf dem Kohlenbergwerke zu Schlebusch noch so stark, dass ich die Versuche nicht anstellen konnte. Ich werde sie jetzt am Ende des Sommers machen, wo die Gruben sehr trocken sind. Dies ist der Grund, warum mein Werk erst in der Herbstmesse erscheinen wird, obgleich es schon im Catalog der Ostermesse angezeigt ist.

Sie wissen, dass La Place die hiesige Sternwarte zu ähnlichen Versuchen vorgeschlagen hat.*) Es ist nämlich in allen Gewölben der Sternwarte ein rundes Loch, welches sich senkrecht über der leeren Spindel der Wendeltreppe befindet, die in die unterirdischen Steingruben führt, welche sich unter Paris und unter der Sternwarte hinziehn. Die Kugeln haben vom Dache der Sternwarte bis auf den Boden der Steingruben einen freien Fallraum von 168 par. Fuß, und es ist dieses dieselbe Stelle, wo Mariotte und La Hire vor hundert Jahren ihre Versuche über den Widerstand der Luft anstellten. Allein wegen des beständigen stat-

*) Im angef. Aufl. des *Bull. des Sciences.* d. H.
Annal. d. Physik. B. 17. St. 4. J. 1804. St. 8. Hh

ken Luftzuges in den Steingruben wird es sehr schwer halten, dieselben Versuche hier zu Stande zu bringen, besonders da die Kugeln 84 Fuß über der Erde und die übrigen 84 Fuß unter Tage fallen, weshalb die Oeffnung der Wendeltreppe für sie aufbleiben muss. Auch zweifle ich, daß es möglich seyn wird, unten die Gänge, die aus den Steinbrüchen nach der Treppe führen, so dicht zu verstopfen, daß keine Luft durchstreichen kann.

Diese Oeffnung der Sternwarte ist übrigens nicht die, von der die Sage geht, daß man durch sie bei Tage die Sterne sehen könne. Diese letztere befindet sich unter der Terrasse, auf welche das große Teleskop beim Beobachten gebracht wird. Sie ist ein kleines Loch von ein paar Linien Durchmesser, durch das man in den Souterrains den Tag schimmern sieht. In der Finsterniß, in der man da ist, sieht das ungefähr wie ein kleiner Stern aus, und dies hat die Veranlassung zu dem Gerede gegeben, daß man in den Kellern der pariser Sternwarte die Sterne bei Tage sehen könne.

2. Von Herrn Dr. Castberg.

Wien den 25ten April 1804.

— — Ich habe hier zum ersten Mahle bei einem Glasbläser eine eigne Art von *glühender Glassharmonica* gesehen, und mit einigen hiesigen Physikern verschiedene unbefriedigende Versuche über die Entstehung des Tons in ihr ange stellt. Sie besteht aus einer gewöhnlichen, 6 bis 8 Zoll langen Glaskröhe, die oben offen, unten etwa 1 Zoll lang schmäler ausgezogen, (etwa $\frac{1}{4}$ so weit,) und zu unterst mit einer kleinen Kugel von dem Durchmesser der Röhre versehen ist. Wird diese Kugel bis zum Glühen erwärmt, so entsteht ein angenehmer Ton, der klingt, als komme er von fera

her. Dieser Ton kann nicht durch Ausdehnung der Luft in der Kugel und durch das Ausströmen der Luft aus ihr bewirkt werden; denn diese Ausdehnung muss einmahl ihr Maximum erreichen, und dann müsste der Ton aufhören. Das ist aber nicht der Fall, sondern der Ton dauert unverändert fort, so lange die Kugel in der Glühehitze bleibt.

Im Hause des Fürsten Esterhazy ist ein *Bélier hydraulique* errichtet und geprüft worden.

Diese sind während der sechs Monate, die ich mich hier verweile, die einzigen Versuche, die zu meiner Kenntniss gekommen sind, und von allen hiesigen Akademieen, Gymnasien, etc., ist, so viel ich weiß, kein Schritt gethan worden, durch welchen man in der Physik vor- oder rückwärts gekommen wäre.

Endlich sehe ich zu meiner Freude das Heft Ihrer Annalen, worin Erman die bescheidenen Beschreibung seiner höchst interessanten electrometrischen Versuche dem Publicum vorlegt. Durch die Güte des Herrn von Gersdorf in Meffersdorf habe ich hier zwei von den Weissischen Electrometern bekommen, deren sich Erman zu seinen Versuchen bedient. Mit diesen habe ich die Ermanschen Versuche in Gesellschaft mehrerer hiesigen Physiker wiederholt, und das Vergnügen gehabt, dass sie mir immer gelungen sind. Der durch seine Schriften über Electricität berühmte Dr. Heidmann will indess nicht von der Herleitung der Divergenz aus einer Einfäugung von Luft-electricität abgeben. Zufälliger Weise näherte sich ein Gewitter; indem ich ihm die Versuche zeigte, und die Divergenz der Goldblättchen erreichte drei Mahl durch Aufhebung des Electrometers um 2 Schuh das Anschlagen, welches ich sonst nie bemerkte habe. Dieses bestärkte ihn in seiner Meinung. Durch Erman's Versuche sehe ich es für

ausgemacht an, dass die Vertheilung der Electricität welche die Divergenz verursacht, vom Erdboden herrührt. In einem Briefe vom 30sten Januar schreibt mir Herr von Gersdorf: „Eben „habe ich das Stück von Gilbert's Annalen erhalten, worin der Anfang der schönen „Ermanischen Versuche steht, welche mir doch „wirklich zum Theil aus eigner Erfahrung nicht „ganz unbekannt waren, und mich zu eignen Untersuchungen und Erfahrungen hierüber noch „mehr aufgemuntert haben. Nur Schade, dass „meine Geschäfte, vorzüglich seit einiger Zeit, so „überhäuft sind, dass ich meistens nur sehr wenige „freie Stunden zur Betreibung meiner Lieblingsbeschäftigungen verwenden kann, u. s. w.“ — Ich bin sehr neugierig, was die Versuche mit dem grossen Apparate dieses verdienstvollen Gelehrten zur Beobachtung der Wolkenelectricität, verglichen mit der neuen von Erman angegebenen Methode zur Untersuchung der electrischen Atmosphäre des Bodens, Herrn von Gersdorf für Resultate geben werden. Nicht weniger neugierig bin ich, zu sehen, wie Volta diese für ihn neuen Erscheinungen verfolgen wird.

Im Märzmonat bin ich in Ungarn gewesen. An Prof. Winterl in Pesth fand ich einen sehr gutmütigen Mann, der mir über sein neues chemisches System mit der völligsten eignen Ueberzeugung zu sprechen schien. Eine deutsche Uebersetzung und ausführlichere Bearbeitung seiner Prolusiones unter dem Titel: *Darstellung der vier Bestandtheile der anorg(an)ischen Natur*, ist vermutlich schon in dem Meßkatalog angekündigt und erscheint in diesem Sommer in Jena bei Frommann. Mit der wenigen Aufmerksamkeit, welche die grössten Chemiker in Deutschland seinen Arbeiten bisher schenkten, kann er nicht zufrieden seyn. — In Ofen ist,

ganz nahe bei der alten mineralischen Quelle, eine neue entdeckt worden, die, wie alle neuen Mineralquellen, alle Krankheiten heilen soll. Winter war eben mit der chemischen Zerlegung dieses Wunderwassers beschäftigt. — Im Teiche oder Behälter des warmen Wassers, woraus das alte Bad, das Kaiserbad, u. s. w., ihr Wasser erhalten, leben in einer Temperatur von 56 bis 58° R. Fische in Menge. Dass alle diese warmen Bäder den Römern unbekannt gewesen sind und dagegen in den nördlich von Ofen liegenden Gebirgen warme Quellen waren, wo das alte Siccambria, (jetzt Alt-Ofen,) stand, sollte man beinahe glauben, wenn man die Rudera eines Aquaeductus sieht, welcher über die Felder in gerader Linie auf ein Badehaus (*sudarium*) zugeht, dessen unterste Etage noch zum Theil ausgegraben ist, und das schönste Denkmahl des Alterthums in Alt-Ofen abgibt.

3. Von Herrn Bergasseffor Dr. Richter.

Berlin den 23sten Jul. 1804.

Das *Äræometer* und das *Alkoholometer*, welches Sie bei mir bestellt haben, erfolgen hierbei. Da beide Inventarstücke des Universitätsapparats seyn sollen, so habe ich bestmöglichst für die höchste Vollkommenheit gesorgt, und zu dem Ende das Äræometer in einen einzigen Cylinder gestellt, der von 0,68 bis 3,00 geht, also weit über die beiden Punkte des bis jetzt uns bekannten leichtesten und schwersten Flüssigen, es versteht sich mit Ausnahme des Quecksilbers. Das Äræometer kostet wegen mehrerer Aufopferung von Röhren statt sonstiger 10 Rthlr., etwas mehr, nämlich 11 Rthlr. 12 Gr.; das Alkoholometer wie bekannt 4 Rthlr. Mit hölzerner Büchse ist der Preis jedes noch um 1 $\frac{1}{2}$

Rthlr. Höher. — — Meine Tabellen über die Mächtigkeit der vorzüglichsten Salzaufösungen, Säuren, u. s. w., bei gegebenem spec. Gewichte, sind in meiner Fortsetzung von Bourguet's chemischem Handwörterbuche gedruckt, und es lassen sich daraus die Mischungsverhältnisse zu verschiedenen Zwecken leicht berechnen. Jeder Chemiker, der nicht auf das bloße Gerathewohl arbeiten will, sollte billig ein Aräometer haben, bei dessen Gebrauche man nur wenig Flüssigkeit zur Prüfung bedarf. — Wer mir 10 Rthlr. Courant portofrei, nebst einer Kleinigkeit für Emballage ein sendet, erhält ein Aräometer. Sendet man 11½ Rthlr., so bemühe ich mich, das Aräometer in einem einzigen Cylinder darzustellen, indes ich es sonst gewöhnlich in zwei oder drei Cylindern darstelle. Besteller müssen es aber nicht als Saumseligkeit ansehen, wenn ich die Bestellungen bisweilen um 14 Tage verzögere; das Ausuchen von tauglichen Röhren ist oft schwierig, und die Verfertigung selbst sehr langweilig und gar nicht dazu geeignet, fabrikmäßig betrieben zu werden, und dass man eine Finanzspeculation oder einen Broderwerb daraus mache. — Ein höchst compendiöses und besonders schönes Stück, das ich für mich nach vielem Missglücke zu Stande gebracht hatte, habe ich Herrn Hofrath Scherer für die Universität zu Dorpat für 22 Rthlr. 18 Gr. überlassen. Es war ein vollständiges Aräometer in drei Cylindern und ein Alkoholometer nebst Prüfungsgefäß, alles in einem sehr engen Futterale eingeschlossen, und doch jeder Cylinder durch tuchene Wände isolirt; die Flüssigkeit, deren man zur Prüfung bedurfte, war in Hinsicht der Menge als ein wirkliches Minimum zu betrachten. Ich hätte mich nicht verleiten lassen, dieses kleine Compendium aus meinen Händen zu geben, wenn ich nicht Hoffnung hätte, aus dem grossen Vorra-

the jetzt erhaltener Röhren dieses Inventarienstück für mich wieder zu ersetzen.

Sie erhalten hierbei ferner einen sehr gut gerathenen 2 Quentchen schweren parallelepipedischen Stab und mehrere Bleche aus *absolut-reinem Nickel*. Der reine Nickel gehört, wie Sie hieraus sehen mögen, unter die dehnbaren oder so genannten ganzen Metalle; nicht nur heiss, sondern auch kalt lässt er sich zu sehr dünnen Platten schlagen. Er ist nicht nur sehr magnetstrebend, sondern auch polaritätsfähig. Ihr Stäbchen hat durch das bloße Schmieden bereits Pole erhalten, denn es zieht die kleinen Nickelplatten an, und Sie werden daher erst die Pole desselben bestimmen müssen, ehe sie es an einen Magnet hängen, um seine Polarität nicht zu stören. In dem nächsten Stücke des *allgemeinen Journals der Chemie* werde ich mehr von seinen Eigenschaften und die Darstellungsmethode zeigen. Letztere ist aus Mangel an Gelegenheit nicht für jeden Chemiker ausführbar. Schade, dass sie so kostbar ist. Ich möchte sie in grossen Quantitäten zu unternehmen mich nicht anheischig machen, wenn man mir auch eben so viel Gold, als der dargestellte absolut-reine Nickel wiegt, dafür versprechen wollte. Inzwischen habe ich doch aus wissenschaftlichem Eifer einige Unzen dieses absolut-reinen Metalles dargestellt und in kleine Stäbe, sowie auch zu Platten geschmiedet. Als Rarität in Sammlungen etwas abzulassen, bin ich erbötig, gegen Bonification à 3 Rthlr. für das Quentchen, jedoch kann ich nicht mehr als höchstens $1\frac{1}{2}$ bis 2 Quentchen personatim ablassen, weil sonst mein Vorrath, der mir theuer und werth ist, weil er nicht nur viel Geld, sondern auch ungeheuer langweilige Arbeit gekostet hat, bald zu Ende gehen würde, und ich nicht Lust habe, dergleichen langweilige Arbeiten aufs neue zu machen. Die ge-

Hämmerten Stäbe sind ungefähr 2 Zöll lang, damit sie an beide Pole eines Magnets reichen können. Auch kann ich etwas Kohlensäuren und entkohlen-fäuerten reinen Nickelkalk, die aus dem absolut-reinen Nickel durch Auflösung und Niederschlagung bereitet sind, doch nicht mehr als für 1 Rthlr. von jedem ablassen. Auch Herr Scherer hat etwa $1\frac{1}{2}$ Quentchen Nickel von mir erhalten. Ich schreibe Ihnen dieses nicht darum, um einen Handel zu machen, sondern der wissenschaftlichen Mittheilung wegen; denn hier ist es nicht die Sache, durch Handel sich bereichern zu wollen.

Da wir einmahl von reinen Sachen reden, so füge ich noch hinzu, dass ich auch ungefähr 2 Pf. gemeine Bernsteinsäure gekauft und durch absolute Reinigung etwas über $1\frac{1}{4}$ Pf. erhalten habe. Sie ist in ungefärbten Krystallen und hat nicht den mindesten Geruch. Ich habe bereits an einige Freunde, z. B. Scherer in Dorpat, einzelne Unzen, die Unze zu 3 Rthlr. 1 2 Gr., davon überlassen, weil ich keine so grosse Menge dieser Säure bedarf, und das darin steckende Geld, welches bei dem gar hohen Preise der Bernsteinsäure ein kleines Kapital ausmacht, wieder zu andern Versuchen benutzen will. Noch kann ich Chemikern mit einzigen Unzen davon dienen, die Unze zu $5\frac{1}{2}$ Rthlr.

Jetzt bin ich mit absoluter Reinigung des Kobaltkönigs und Braunsteinkönigs beschäftigt. Sein frisch kohlensauer gefällter Kalk gewährt einen prachtvollen Anblick. Ich hoffe einige Unzen dieser Metalle zu gewinnen, um ihre Eigenschaften näher auszuspüren.

I.

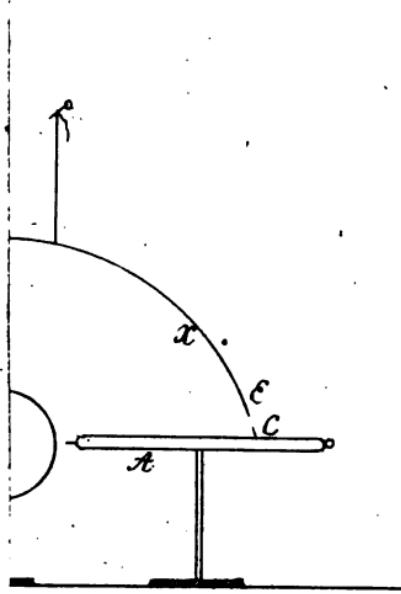
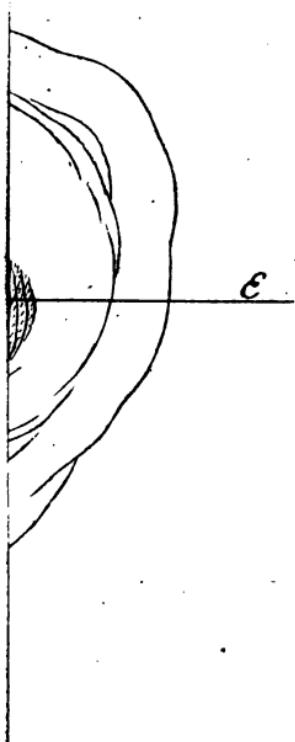


Fig. 2.



Hämmerten Stifte an beide Hände
Auch kann ich fäuerteren reinen Nicke bereitet sind jedem ablaß
 $1\frac{1}{2}$ Quentch be Ihnen di machen, / lung wéger Handel sic!

Da wi füge ich n
gemeine Reinigung in unge
mindeste Freunde Unzen,
lassen, bedarf, dem ga
nes Ka benutz
nigen Je
baltki frisch
pract fer I
nähle

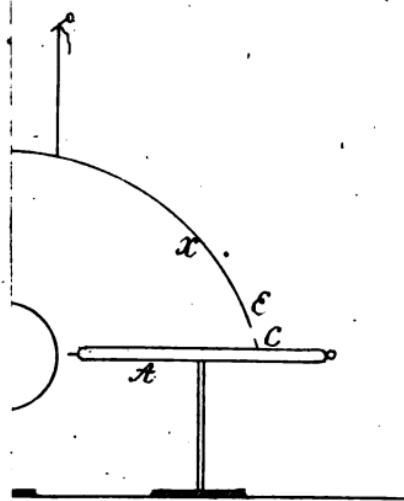
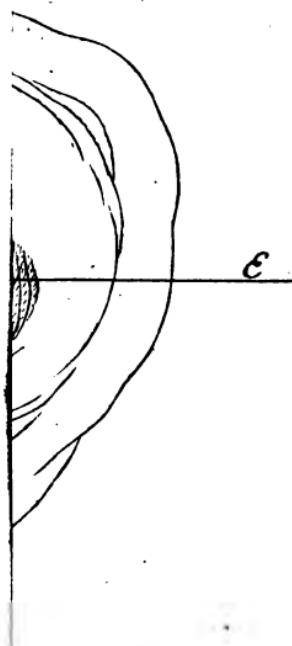


Fig. 2.



Sitzs. Annual d. Phys. B, XVII. Heft. 1.

Fig. 4.

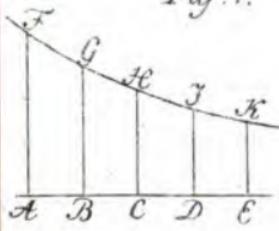


Fig. 5.

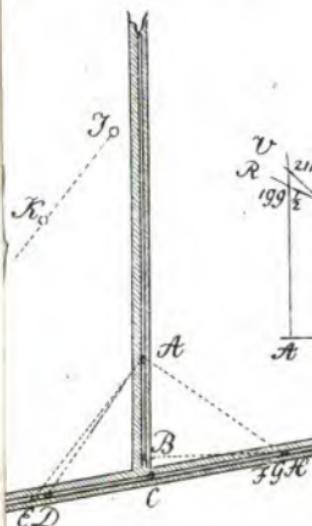
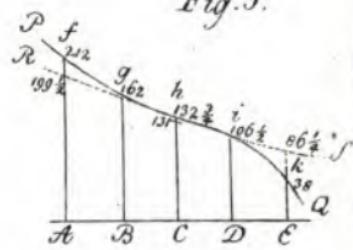
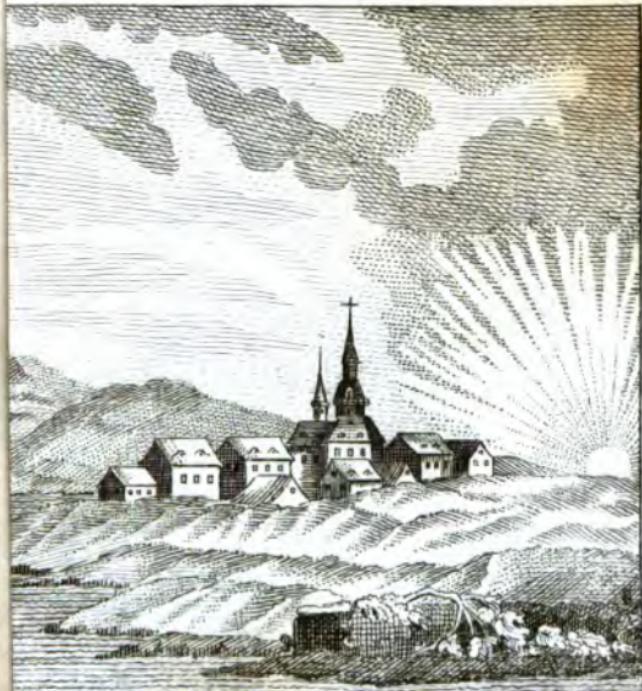
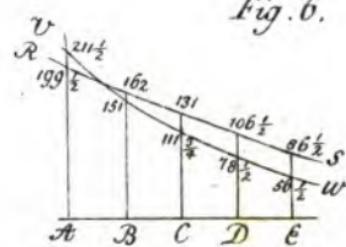
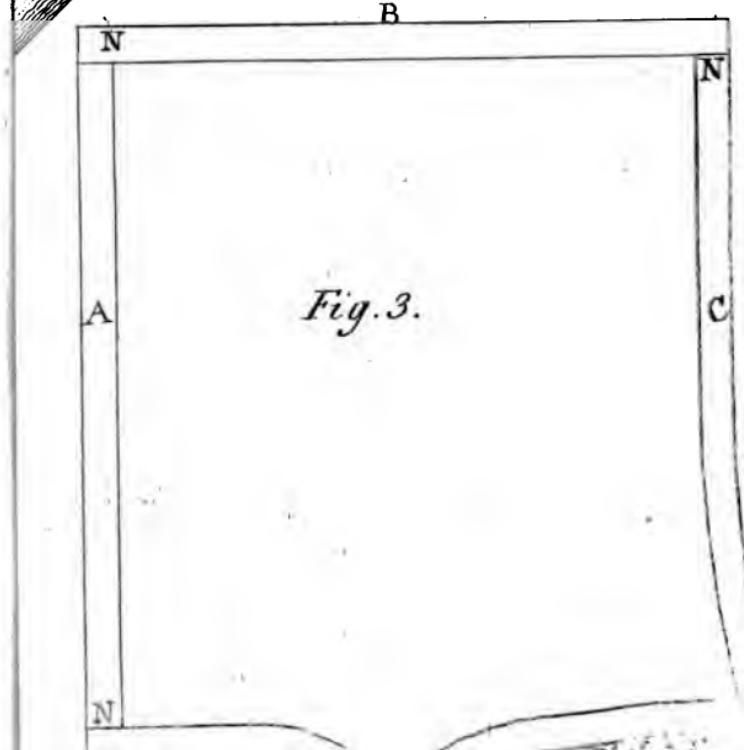
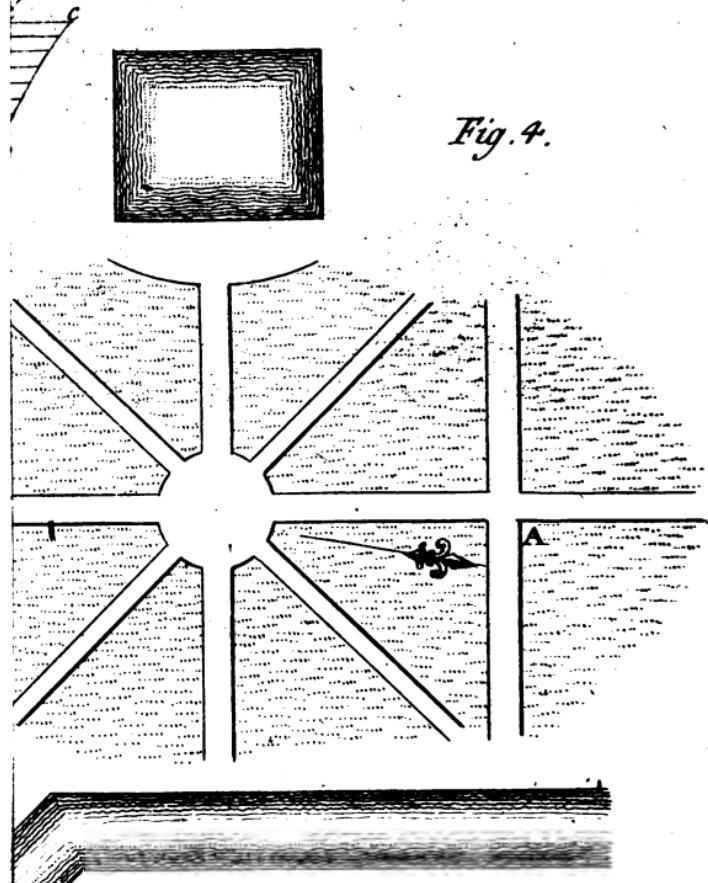


Fig. 6.





D
Ptolemaeum 3. Phil. 2. 2*

Taf. IV.

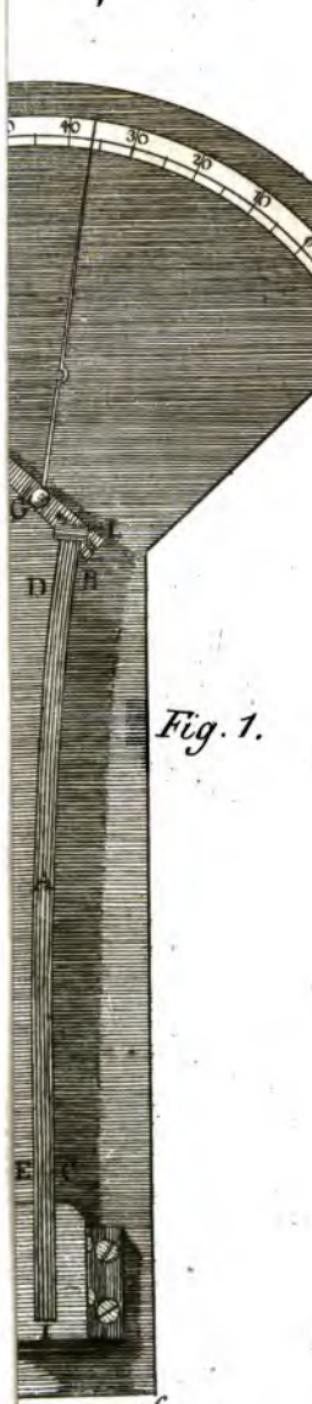


Fig. 1.

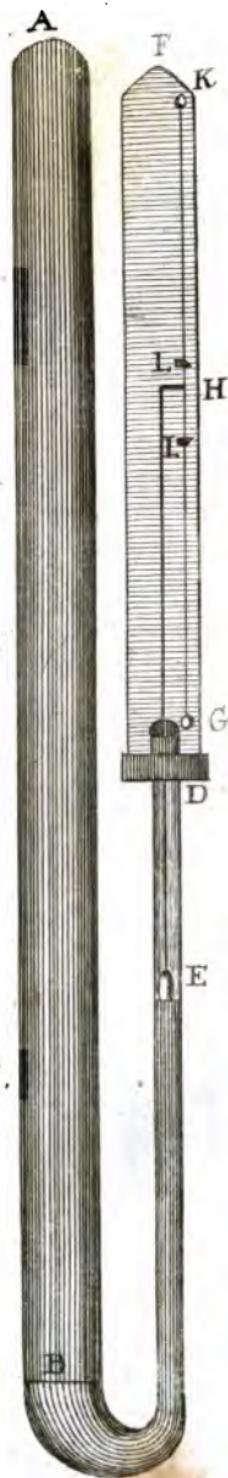
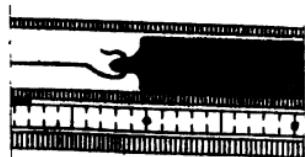


Fig. 3.

Gilberts Annal. d. Phys. B. XVII. H. 3.



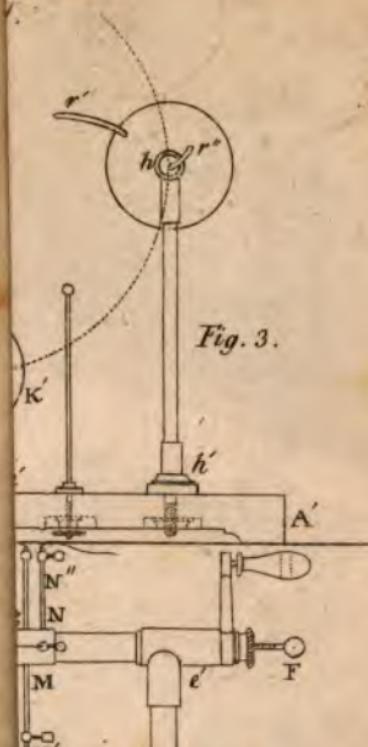


Fig. 3.

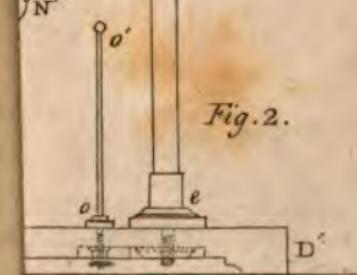


Fig. 2.

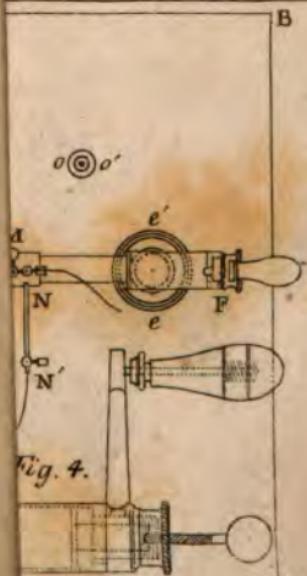


Fig. 4.

Decimolar.
Alberts Annal. d. Phys. B. XVII. p. 1.

Digitized by Google

